Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région de la capitale nationale
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Réponse des Sciences 2012/044

ÉVALUATION FONDÉE SUR LES RISQUES DES IMPACTS ET DES MENACES QUE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES PRÉSENTENT POUR L'INFRASTRUCTURE ET LES SYSTÈMES BIOLOGIQUES QUI RELÈVENT DU MANDAT DE PÊCHES ET OCÉANS CANADA GRAND BASSIN AQUATIQUE DE L'ATLANTIQUE

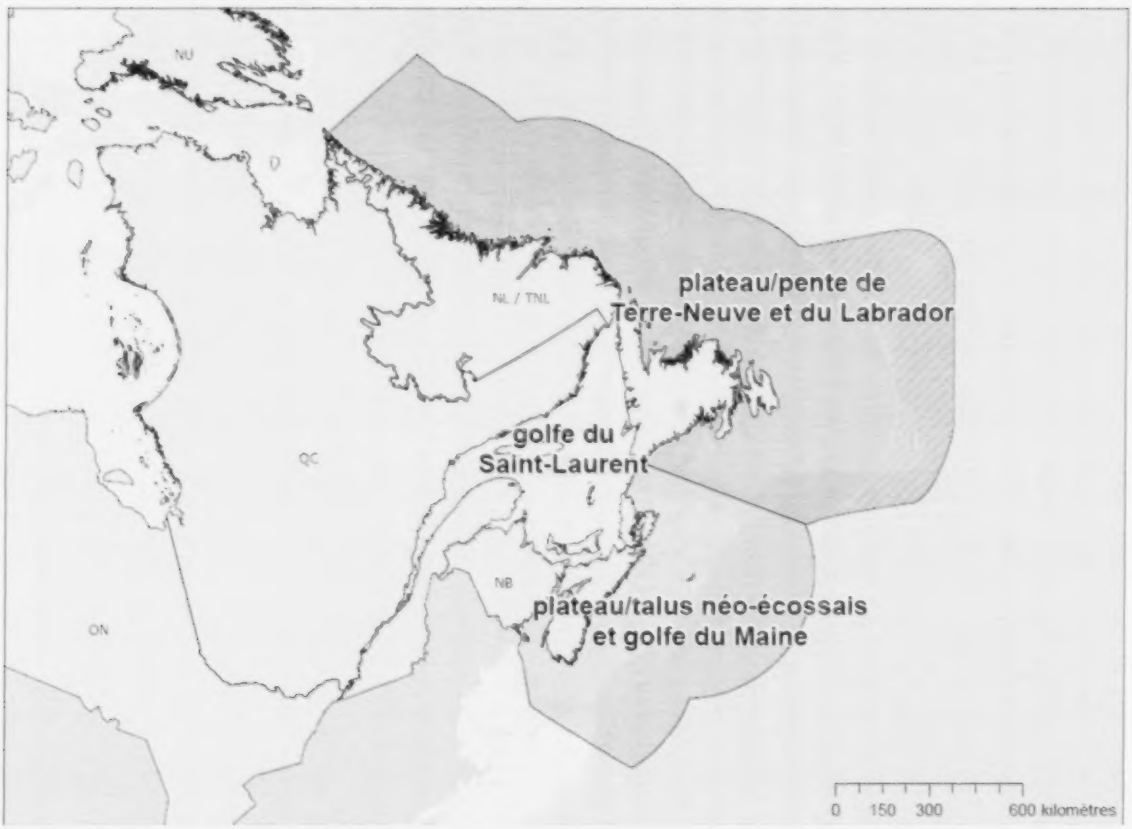


Figure 1. Carte du grand bassin aquatique (GBA) de l'Atlantique étudié par le Programme des services d'adaptation aux changements climatiques en milieu aquatique (PSACCMA). Le présent avis vise certaines zones marines canadiennes (golfe du Saint-Laurent, plateau/talus néo-écossais et golfe du Maine, plateau/pente de Terre-Neuve et du Labrador), des milieux d'eau douce sélectionnés et des zones extracôtières (régions hachurées) ayant des effets sur les eaux du plateau et de la pente.

Juin 2013

Canada

Contexte

Conformément au *Cadre stratégique fédéral sur l'adaptation*, Pêches et Océans Canada (MPO) a instauré le Programme des services d'adaptation aux changements climatiques en milieu aquatique (PSACCMA; 2011-2016) dans le but de mettre en œuvre un programme scientifique sur les changements climatiques axé sur l'adaptation et les secteurs de responsabilité mandatés de Pêches et Océans Canada. Le programme comprendra des évaluations des risques et favorisera la réalisation de projets de recherche visant à accroître la compréhension des impacts du changement climatique. Il facilitera également l'élaboration d'outils scientifiques qui permettront de s'adapter en fonction des résultats stratégiques du Ministère.

L'un des principaux objectifs du programme est d'évaluer les risques que représentent les changements climatiques pour l'exécution du mandat du MPO dans quatre grands bassins aquatiques (GBA) définis, à savoir ceux de l'Arctique, du Pacifique, d'eau douce et de l'Atlantique. L'évaluation des risques régionaux aidera les gestionnaires de première ligne à réagir aux changements climatiques.

Pour atteindre cet objectif, on a commencé par tenir un processus spécial de réponse des Sciences (PSRS) du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS). Le processus consistait à tenir une réunion en personne pour chacun des quatre grands bassins aquatiques, dans le but d'évaluer les risques auxquels sont exposés l'infrastructure et les systèmes biologiques relevant du MPO. Chaque évaluation était fondée sur des documents de synthèse provisoires décrivant les « tendances et prévisions » (TP) climatiques ainsi que sur les évaluations des « impacts, des vulnérabilités et des opportunités » (IVO) menées pour deux échelles temporelles (10 et 50 ans). Les rapports détaillés sur les TP et les IVO, qui sont des évaluations approfondies des changements climatiques et des impacts relatifs aux sous-bassins de chaque grand bassin aquatique, seront publiés d'ici la fin de l'exercice 2012-2013 (*à publier*[1,2]). Ces documents sont fondés sur deux rapports nationaux internes du MPO (Interis 2005, 2012) qui fournissaient des évaluations préliminaires des impacts des changements climatiques sur les résultats stratégiques du MPO. Ces évaluations ont servi de point de départ pour les évaluations des quatre GBA.

En raison du court délai accordé pour préparer le présent avis, on a eu recours à un PSRS. L'urgence de fournir un avis résulte du besoin d'évaluer les liens entre les documents d'information scientifiques, socioéconomiques et politiques, lesquels vont ensemble servir de base aux ateliers sur l'évaluation intégrée des risques visant les GBA devant avoir lieu au début de l'hiver de l'exercice 2012-2013. L'objectif de ces ateliers intégrés sera d'utiliser la base probante fournie par les analyses scientifiques, socioéconomiques et politiques et d'intégrer les considérations de domaines de programme du MPO (p. ex., gestion des pêches, gestion des océans, etc.) pour déterminer les risques climatiques à l'échelle du bassin les plus importants pour le Ministère. Les résultats aideront les décideurs du MPO à adapter les décisions de façon à refléter les considérations relatives aux changements climatiques, afin que les Canadiens puissent continuer à tirer des avantages socioéconomiques de nos océans et de nos eaux intérieures. Ces renseignements joueront également un rôle crucial dans la détermination des priorités relatives aux enveloppes budgétaires concurrentielles du PSACCMA, lesquelles visent

[1] Loder, J.W., Chasse, J., Galbraith, P.S., Han, G. et coauteurs, en préparation. Sommaire des tendances et des prévisions relatives aux changements climatiques pour le grand bassin aquatique de l'Atlantique, rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques.

[2] Shackell, N.L., Pepin P., Greenan B. et A. Warburton (éd.), en préparation. Analyse des impacts, des vulnérabilités et des opportunités (IVO) associés aux changements climatiques pour le bassin marin de l'Atlantique. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 3012.

à comprendre les impacts des changements climatiques et à élaborer des outils d'adaptation pour l'année de financement 2013-2014 et les suivantes.

Des documents d'information sommaires ont été remis aux participants. Ces derniers ont ensuite passé en revue pour chaque GBA l'information scientifique existante sur les tendances et les prévisions, ainsi que les impacts, les vulnérabilités et les opportunités. Le but premier de cette réunion de consultation était toutefois de mener un examen par les pairs des feuilles de résumé des risques, pour chaque risque ministériel relevé dans les rapports d'Interis (2005, 2012). Un processus d'examen distinct en vue de la publication des documents d'information suivra une fois ceux-ci terminés, avant la fin de l'exercice ministériel de 2012-2013 (*à publier*[1,2]).

La présente réponse des Sciences (RS) découle de la réunion tenue à St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) les 6 et 7 novembre 2012. Dans le cadre de cette réunion, on a mené une évaluation du GBA de l'Atlantique axée sur les risques des impacts des changements climatiques sur l'infrastructure et les systèmes biologiques faisant partie du mandat de Pêches et Océans Canada. Les RS découlant des PSRS menés pour chacun des quatre GBA seront publiées dès qu'elles seront disponibles sur le Calendrier des avis scientifiques du MPO, à l'adresse http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.

Renseignements de base

Les changements climatiques constituent un enjeu important qui peut avoir un impact sur la capacité du MPO à respecter les obligations et les engagements relevant de son mandat. Les questions relatives aux changements climatiques sont complexes et il est souvent difficile de prévoir de quelle façon, où, quand et dans quelle mesure il y aura des impacts. Qui plus est, le MPO est un ministère complexe et diversifié, et il est fort probable que les changements climatiques auront, dans une certaine mesure, des effets sur l'ensemble de ses secteurs et de ses régions. Ainsi, d'anciens rapports du MPO sur l'évaluation des risques associés aux changements climatiques (Interis 2005, 2012) ont permis de déterminer six principaux risques associés aux changements climatiques qui pourraient limiter la capacité du Ministère à exécuter son mandat, à savoir :

- Risque 1 : Dégradation des écosystèmes et des pêches, et dommages causés à ceux-ci;
- Risque 2 : Changements relatifs aux ressources biologiques;
- Risque 3 : Réorganisation et déplacement des espèces;
- Risque 4 : Demande accrue de services d'intervention d'urgence;
- Risque 5 : Dommages aux infrastructures;
- Risque 6 : Changements à l'égard à l'accès et à la navigabilité des voies navigables.

En ce qui concerne le GBA de l'Atlantique, le territoire visé par l'avis comprend à la fois des milieux marins (golfe du Saint-Laurent, plateau/talus néo-écossais et golfe du Maine, plateau/pente de Terre-Neuve et du Labrador et des milieux d'eau douce sélectionnés (figure 1). Bien que les climatologies physiques de ces sous-bassins présentent entre elles des différences importantes, l'avis scientifique découlant de cette réunion, conformément aux objectifs des PSRS, est fondé sur de l'information intégrée provenant des sous-bassins et est émis à titre d'avis pour l'ensemble du GBA de l'Atlantique.

Le milieu océanographique du GBA de l'Atlantique comporte une transition : les eaux subpolaires dans le nord laissent place à un mélange d'eaux subpolaires et subtropicales dans les latitudes moyennes. Ce mélange est accompagné d'un puissant forçage atmosphérique saisonnier et d'un ruissellement important dus au continent nord-américain (p. ex., Loder *et al.*,

1998; Brock *et al.*, 2012). Au nord, le plateau et la pente du Labrador sont dominés par l'influence du tourbillon subpolaire de l'Atlantique Nord-Ouest, lequel comprend le courant du Labrador. Ce dernier transporte de l'eau relativement fraîche et douce ainsi que de la glace de mer à partir du sud de la région subarctique jusqu'au plateau et à la pente de Terre-Neuve (incluant les Grands Bancs). La portion sud du GBA, qui s'étend des flancs sud du bonnet Flamand et des Grands Bancs au golfe du Maine en passant par le plateau et le talus néo-écossais, constitue une zone de transition caractérisée par une influence subpolaire dans la majeure partie du plateau. Toutefois, l'influence subtropicale du système du Gulf Stream augmente au fur et à mesure qu'on se déplace vers l'ouest. Le golfe du Saint-Laurent est quelque peu unique en raison de sa forme semi-fermée. Il se caractérise par des eaux essentiellement d'origine subpolaire, est fortement influencé par le débit d'eau douce du système du fleuve Saint-Laurent et la dynamique de la couverture de glace saisonnière, et subit une légère influence des eaux subtropicales, en profondeur. Dans le GBA de l'Atlantique, les températures près de la surface varient considérablement d'une saison à l'autre. La situation est notamment due à la variabilité de l'atmosphère et de l'activité solaire. Elle résulte également des autres variations saisonnières occasionnées par le ruissellement et les systèmes de courants puissants.

Le MPO exerce un certain nombre de responsabilités et d'activités dans ce GBA. Les espèces commerciales actuelles comprennent la morue franche, le flétan de l'Atlantique, le capelan, la palourde et la palourde américaine, l'anguille, des poissons plats (un mélange de plies canadiennes, de soles ou plies grises, de plies rouges et de limandes à queue jaune), le flétan du Groenland, l'aiglefin, le merlu, le hareng, le pétoncle d'Islande, le homard, le maquereau, la crevette nordique, le goberge, le crabe des neiges, des espèces de sébaste, le crabe commun, le pétoncle géant, l'holothurie, l'oursin, l'espadon, le thon rouge et le buccin. Les pêches récréatives sont elles aussi importantes dans l'ensemble du GBA (p. ex., saumon de l'Atlantique, morue franche, mollusques, flétan du Groenland). Les principales infrastructures côtières et les principaux services de soutien à la navigation du MPO dans cette région comprennent les installations des ports pour petits bateaux (PPB), les sites des Biens immobiliers, protection et sécurité (BIPS) ainsi que les navires de la Garde côtière canadienne (GCC) utilisés pour la recherche, le déglaçage, la recherche et le sauvetage ainsi que les interventions d'urgence. Le programme des PPB exploite et maintient un réseau national de ports offrant des installations sécuritaires et accessibles aux pêcheurs commerciaux et aux autres usagers des ports. Le Service hydrographique du Canada (SHC) réalise des levés hydrographiques et produit des cartes marines et des publications officielles pour les eaux navigables de l'Atlantique Nord-Ouest.

On prévoit que les changements climatiques qui sont déjà en cours pour certaines variables continueront de modifier les écosystèmes marins et d'eau douce de l'Atlantique, comme le laissent sous-entendre les hausses prévues concernant la température de la mer et le niveau de la mer dans les régions côtières et les changements anticipés sur le plan de l'acidité des océans et de l'oxygène dissous (annexe 1), pour ne nommer que quelques indices. On s'attend à ce que ces changements aient une incidence sur l'exécution du mandat du MPO, tant à court qu'à long terme, dans le GBA de l'Atlantique.

Analyse et réponses

Le présent PSRS est fondé sur l'information provenant de trois sous-bassins situés dans la zone Atlantique (golfe du Saint-Laurent, plateau néo-écossais/golfe du Maine, mer du Labrador/Grands Bancs) et est mené à titre d'avis combiné pour l'ensemble du GBA de l'Atlantique. **Les renseignements fournis dans le tableau récapitulatif des TP (annexe 1) et les six feuilles de résumé des risques (annexes 2 à 7) constituent l'avis principal découlant de la réunion.** Ces renseignements s'appuient sur les publications scientifiques

examinées par des pairs et les données disponibles. L'information détaillée et accompagnée de références sera rendue disponible grâce à la publication des rapports détaillés sur les TP et les IVO dans le GBA de l'Atlantique (*à publier*[3,4]).

Tendances et prévisions

Les participants se sont penchés sur le tableau récapitulatif des TP (annexe 1), lequel présente un résumé de haut niveau des tendances climatiques passées et des changements climatiques prévus pour le GBA de l'Atlantique, sur des échelles temporelles de 10 ans et de 50 à 70 ans. Les tendances et les prévisions climatiques recensées caractérisent l'ensemble du GBA (à des degrés différents) et servent de base au changement environnemental prévu et à l'avis du présent rapport en découlant.

Les prévisions sur 10 ans ont été obtenues en faisant appel aux tendances récentes, à une mise à l'échelle des prévisions sur 50 ans et à la connaissance actuelle fondée sur la littérature publiée. Il n'existe actuellement aucun modèle permettant de prédire sur une échelle décennale les effets combinés des changements naturels et anthropiques à l'échelle régionale.

Les prévisions concernant l'échelle temporelle de 50 ans ont été obtenues en faisant appel aux résultats du quatrième rapport d'évaluation (GIEC, 2007) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et aux résultats provenant d'autres modèles climatiques mondiaux (MCM) plus récents, d'autres modèles climatiques régionaux, de la littérature scientifique et des tendances observées au cours des 30, des 60 et des 110 dernières années. Les moyennes d'ensemble issues des six modèles climatiques couplés de pointe évaluées dans le cadre du cinquième rapport d'évaluation du GIEC (2013) ont été utilisées pour obtenir les prévisions sur 50 ans concernant les variables clés de l'atmosphère et des océans. On a suivi la pratique du groupe voulant qu'on ne se fie pas qu'à un seul modèle pour les prévisions climatiques.

De manière générale, une incertitude importante subsiste quant aux prévisions climatiques pour le GBA de l'Atlantique. Les prévisions faites pour les échelles géographiques plus grandes et les échelles temporelles plus longues offrent un degré de certitude plus élevé que les prévisions pour le court terme à l'échelle des sous-bassins. L'incertitude est due en partie aux forts gradients spatiaux dans l'Arctique, aux influences de la circulation continentale et océanique et à la forte variabilité naturelle pour la période décennale telle que l'indice d'oscillation du nord-atlantique (ONA) et l'oscillation atlantique multidécennale (OAM). De plus, la résolution spatiale limitée des MCM fait en sorte que la confiance envers certains éléments clés du GBA de l'Atlantique a diminué. Ces éléments comprennent le lien Arctique/Atlantique, notamment les eaux traversant l'archipel Arctique canadien (AAC), la représentation fidèle des principales canalisations permettant le transport (p. ex., courant du Labrador, Gulf Stream) dans les tourbillons océaniques subpolaires et subtropicaux, les variations de la glace de mer et la structure spatiale régionale. Enfin, il n'existe aucun modèle climatique régional comprenant des éléments d'océan et de glace actifs.

Les prévisions sur 50 ans quant aux principales variables atmosphériques comprennent une hausse générale de la température de l'air et des précipitations accompagnée de variations saisonnières et régionales, un déplacement vers le pôle des trajectoires des tempêtes et une augmentation du nombre de tempêtes automnales dans la partie nord du GBA. **Les principales prévisions en ce qui a trait aux variables hydrologiques et cryosphériques** sont une

[3] Loder, J.W., Chasse, J., Galbraith, P.S., Han, G. et coauteurs, en préparation. Sommaire des tendances et des prévisions relatives aux changements climatiques dans le grand bassin aquatique de l'Atlantique, rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques.

[4] Shackell, N.L., Pepin P., Greenan B. et A. Warburton (éd.), en préparation. Analyse des impacts, des vulnérabilités et des opportunités (IVO) associés aux changements climatiques pour le bassin marin de l'Atlantique. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 3012.

diminution de l'étendue et de la durée de la glace de mer, une réduction de la durée de la saison des icebergs au sud du 48e parallèle nord, un pic plus précoce quant aux eaux de ruissellement au printemps et des niveaux des rivières plus faibles à certains sites l'été. **Pour ce qui est des variables océanographiques**, on prévoit que la température de la mer augmentera partout et pour l'ensemble des saisons, et que la salinité diminuera pour toutes les saisons, à l'exception des zones océaniques profondes du sud, où elle pourrait connaître une hausse. On anticipe également que la stratification saisonnière près de la surface augmentera partout (hausse accompagnée d'une diminution des hauteurs de la couche de mélange), sauf peut-être pour les zones qui ne reçoivent plus de glace de mer transportée. **En ce qui concerne les variables océanographiques chimiques**, on prévoit une diminution généralisée des concentrations d'oxygène dissous sous la surface, une baisse du pH accompagnée d'une remontée des horizons de saturation du $CaCO_3$ et de diminutions de la quantité de nutriments transportés vers la zone euphotique.

Il y a également des preuves qui démontrent clairement que le niveau de la mer sur le littoral augmente déjà de façon importante dans la partie sud du GBA. Cette hausse s'accompagne d'un affaissement du sol et d'un changement climatique anthropique. On prévoit que les niveaux moyen et extrême de la mer continueront d'augmenter dans ces zones et que le phénomène touchera l'ensemble des zones sur l'échelle temporelle de 50 ans.

En ce qui concerne l'échelle temporelle décennale, on anticipe des changements beaucoup plus minimes du même signe pour la plupart des variables. Toutefois, sur cette échelle, ces changements pourraient dans quelques cas (voire de nombreux cas) être dominés par une variabilité naturelle non prévisible. Les changements d'origine anthropiques, que l'on croit néanmoins susceptibles de se produire sur une échelle décennale, comprennent des températures de la mer plus chaudes, des crues printanières plus précoces, des niveaux moyens de la mer sur le littoral plus élevés et un pH réduit.

Feuilles de résumé des risques

Les participants ont examiné les six feuilles de résumé des risques décrivant les principaux facteurs de risque liés aux changements climatiques, les conséquences (menaces), les opportunités et les lacunes pour chacun des risques associés aux changements climatiques déterminés précédemment par le Ministère (Interis 2005, 2012; annexes 2 à 7), pour le GBA de l'Atlantique. Ces feuilles de résumé des risques sont basées sur le tableau récapitulatif des TP (annexe 1) et portent à la fois sur les échelles temporelles de 10 et de 50 ans.

Un facteur de risque est un élément qui, seul ou combiné, a le potentiel intrinsèque d'entraîner un risque. Lorsque c'est possible, on associe les principaux facteurs de risque à des groupes spécifiques d'organismes ou à des caractéristiques des communautés (p. ex., niveaux trophiques inférieurs, phénologie, espèces en péril [EP]). Lorsqu'un événement à risque survient, il a pour conséquence de modifier l'environnement physique ou l'écosystème, ou a une incidence sur la prestation d'un programme ou d'une activité. Dans de nombreux cas, un événement peut avoir des conséquences environnementales et anthropiques. Les conséquences potentielles ont été cernées lors des discussions plénières. Dans chaque feuille de résumé des risques, on établit un lien direct entre les principaux facteurs de risque et les conséquences possibles (menaces). Il y a des situations où le facteur de risque peut également être considéré comme une conséquence potentielle.

Les trois premiers risques ministériels liés aux changements climatiques (risques 1 à 3) sont écosystémiques et liés aux écosystèmes marins et d'eau douce; les participants du Secteur des sciences du MPO prenant part au PSRS sont considérés comme les principaux experts dans ce domaine. En outre, ces spécialistes se sont montrés capables de défendre leur opinion en faisant appel à une quantité considérable de renseignements publiés et en développement.

Plusieurs des principaux facteurs de risque et des principales menaces, opportunités et lacunes sont communs aux risques 1, 2 et 3.

Les risques 4 à 6 concernent l'infrastructure marine et d'eau douce du MPO de même que les opérations telles que la recherche et le sauvetage. Le Secteur des sciences a consulté les autres secteurs du MPO afin de connaître leur avis concernant la vulnérabilité d'une telle infrastructure aux changements climatiques (p. ex., vulnérabilité des brise-lames des ports pour petits bateaux aux changements dans le niveau moyen de la mer). Il y a également lieu de noter que les conséquences non liées aux écosystèmes découlent d'une combinaison d'effets directs des facteurs climatiques et d'effets indirects des structures sociales en évolution.

La liste suivante décrit le contexte et les définitions pour chacun des six risques ministériels (*selon* Interis 2005, 2012) :

Risque 1 – Dégradation des écosystèmes et des pêches, et dommages causés à ceux-ci : Les changements climatiques risquent d'avoir un impact sur la capacité du MPO à atteindre ses objectifs stratégiques en matière de gestion des océans, de développement durable et de gestion intégrée des ressources du milieu aquatique du Canada. Ce risque concerne le rôle de gouvernance du MPO dans la gestion et la protection des habitats du poisson, son rôle de chef de file dans la Stratégie sur les océans du Canada et dans le maintien de la durabilité des océans et de leurs ressources (c.-à-d. la *Loi sur les océans* et la *Loi sur les pêches*). Les principaux facteurs de risque cernés pour ce risque sont principalement liés aux futurs changements dans les caractéristiques et la dynamique des habitats ainsi qu'aux modifications de la biodiversité des espèces, de la productivité et des voies trophiques.

Risque 2 – Changements relatifs aux ressources biologiques : Les changements climatiques risquent d'avoir un impact sur la capacité du MPO à gérer et à assurer la distribution et la qualité des stocks de produits de la pêche et de l'aquaculture, de même qu'à en protéger l'abondance. Ce risque concerne la gestion des ressources halieutiques par le MPO (c.-à-d. la *Loi sur les pêches*). Le terme « pêches » peut englober toute une gamme d'espèces (p. ex., stocks de mammifères marins, de poissons, de mollusques et de crustacés) et divers secteurs, notamment les pêches commerciales, récréatives, de subsistance et les pêches à des fins alimentaires, sociales et rituelles.

Risque 3 – Réorganisation et déplacement des espèces : Les changements climatiques risquent d'avoir une incidence sur la capacité du MPO à préserver la diversité des espèces et à protéger les espèces en péril (c.-à-d. la *Loi sur les espèces en péril*). Les changements climatiques pourraient donner lieu à un changement de l'emplacement de divers habitats aquatiques canadiens et du type d'espèces qui s'y trouvent. Les changements climatiques peuvent avoir pour effet de limiter ou d'agrandir l'aire de répartition d'espèces aquatiques et de faciliter l'introduction ou la propagation d'espèces envahissantes.

Risque 4 – Demande accrue de services d'intervention d'urgence : Les changements climatiques risquent d'avoir une incidence sur la capacité du MPO à assurer des niveaux acceptables d'activités d'intervention environnementale et de recherche et sauvetage. La prépondérance de ce risque tient à la possibilité d'un nombre accru d'incidents maritimes attribuables à des facteurs du changement climatique, de même qu'à la contrainte que ceux-ci imposeront à la capacité d'intervention de la Garde côtière canadienne (GCC).

Risque 5 – Dommages aux infrastructures : Les changements climatiques risquent de causer des dommages aux navires, aux infrastructures côtières et aux ports pour petits bateaux du MPO qui, par conséquent, devront être modifiés. Le MPO maintient une infrastructure importante pour mener ses activités opérationnelles et scientifiques dans les milieux marins et d'eau douce. Cette infrastructure comprend notamment des ports, des quais, des bases, des postes, des bouées, des cales, des bâtiments, des laboratoires, des phares, des aides à la navigation, des écloseries et des installations d'aquaculture du MPO.

Risque 6 – Changements à l'égard à l'accès et à la navigabilité des voies navigables : Le risque que les changements climatiques représentent pour la capacité du MPO à assurer un accès sécuritaire aux voies navigables. Ce risque fait référence aux changements dans certains facteurs comme la sédimentation, les niveaux d'eau, les mauvaises conditions atmosphériques, l'énergie des vagues, les icebergs et les eaux de glace.

Au cours des discussions portant sur les risques écosystémiques (risques 1 à 3), on s'est accordé à reconnaître que l'incidence générale des changements climatiques dépendra grandement de l'état actuel des populations d'espèces et des écosystèmes (p. ex., les populations soumises à des stress et les écosystèmes dégradés peuvent être davantage vulnérables). De plus, on s'est entendu pour dire que les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes sur une échelle temporelle de 10 ans demeureront sans doute dans la fourchette des observations antérieures. Qui plus est, les impacts anticipés ne seront pas tout à fait les mêmes d'une section à l'autre du bassin de l'Atlantique. Dans l'ensemble, les écosystèmes du plateau néo-écossais et du golfe du Saint-Laurent pourraient être davantage touchés par les changements climatiques que ceux du plateau de Terre-Neuve.

Les espèces qui vivent certains événements de leur cycle biologique dans des habitats vulnérables (espèces telles que les jeunes de l'année de la morue franche dans l'habitat de la zostère) peuvent également être très vulnérables aux changements climatiques. Les changements dans la niche thermique et les régimes de circulation donneront lieu à une modification de la répartition chez les espèces et les stocks se trouvant près des limites thermiques supérieure et inférieure de leur aire. Ils pourraient également mener à une hausse de la présence des espèces aquatiques envahissantes. Les changements dans le cycle saisonnier auront une importance pour le MPO, puisque que ce dernier gère les pêches sur une base saisonnière. La modification de la couverture de glace de mer et de la dynamique des glaces risquent d'avoir des impacts importants sur de nombreuses composantes de l'écosystème.

La feuille de résumé des risques où est évalué le risque lié à la réorganisation et au déplacement des espèces (risque 3, annexe 4) concerne les espèces en péril, les espèces aquatiques envahissantes (EAE) et les espèces en déclin. Toutefois, elle n'aborde pas expressément les enjeux relatifs à la biodiversité. Les populations de bélugas du secteur est de la baie d'Hudson constituent un exemple d'EP qui sera touchée par les changements climatiques. La documentation révèle que la perte de glace a une incidence sur le béluga et les autres mammifères. Celle-ci influence les interactions prédateur-proie. Il y a des populations de bélugas se trouvant dans l'Arctique qui passent l'hiver dans l'est du plateau de la baie d'Hudson. Une autre population de bélugas située dans le golfe du Saint-Laurent est dépendante de la glace et sera elle aussi affectée, vu la perte de glace que l'on prévoit pour son habitat. Les espèces qui ont été inscrites par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), mais qui n'apparaissent pas à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*, ne sont pas comprises dans la présente évaluation. Elles revêtent néanmoins une importance pour le MPO. Il s'agit d'espèces que le MPO aura à évaluer et pour lesquelles des ressources devront être affectées.

Les changements dans l'étendue de la glace de mer, la dynamique des glaces, le niveau moyen de la mer et l'érosion côtière auront également des répercussions sur les trois risques non liés aux écosystèmes auxquels le Ministère est exposé (risques 4 à 6; annexes 5 à 7), lesquels concernent l'exécution des interventions d'urgence, l'entretien de l'infrastructure et l'obligation d'assurer la sûreté et l'accessibilité des voies navigables. Il y aura sans doute une hausse du nombre de demandes d'intervention d'urgence et des changements sur le plan de la navigabilité. Cette variation sera principalement due à la diminution de l'étendue spatiale et saisonnière de la glace de mer qui, entre autres, entraînera un accroissement de l'étendue géographique des activités humaines menées dans le GBA de l'Atlantique. L'adaptation à cet accroissement nécessitera sans doute la réaffectation de ressources dans cette région.

Une hausse du nombre de demandes d'intervention d'urgence (risque 4) aurait un impact sur la capacité de la GCC à exécuter adéquatement son mandat. En général, la GCC est capable de faire face aux conditions météorologiques changeantes; toutefois, il y a possibilité que celle-ci subisse des impacts plus importants, étant donné la diminution et la modification de l'étendue spatiale de la glace de mer. La baisse prévue quant à la demande de brise-glaces dans le golfe du Saint-Laurent pourrait donner lieu à une réaffectation de ces navires dans d'autres zones. La hausse du niveau de la mer va elle aussi affecter l'infrastructure de la GCC. Toutefois, elle n'aura pas d'impact sur les activités de recherche et de sauvetage menées par cette dernière. Si les changements climatiques entraînent une augmentation des activités du client dans les zones auparavant inexploitées, ils auront une incidence sur la façon dont la GCC offre ses services. Les modèles de TP n'indiquent pas clairement de hausse globale de la fréquence et de l'intensité des tempêtes. On remarque cependant un déplacement vers le nord des trajectoires des tempêtes et la possibilité de tempêtes plus violentes, ce qui pourrait avoir une incidence à la fois sur le nombre de demandes d'intervention d'urgence et la capacité de la GCC à mener ces interventions.

Les discussions sur les dommages aux infrastructures (risque 5) n'ont pas porté uniquement sur la gestion et le remplacement des infrastructures endommagées. On y a également abordé le déplacement et la réinstallation de ces infrastructures pour des raisons liées au climat, entre autres le changement de l'emplacement des ports en fonction des changements dans la nature et l'emplacement des activités de pêche découlant des changements climatiques. La vulnérabilité la plus importante concernant ce risque non lié aux écosystèmes se rattache aux dommages causés à l'infrastructure côtière. On prévoit que l'augmentation des précipitations et du ruissellement mèneront à une hausse de l'érosion. De plus, la diminution de la glace de mer entraînera un accroissement de l'exposition du littoral, ce qui fera augmenter le risque d'érosion. Il y a des zones du GBA qui vivent déjà des problèmes occasionnés par les changements sur le plan du niveau de la mer et de l'érosion côtière. Ces problèmes risquent de prendre de l'ampleur avec le temps. Ainsi, en ce qui concerne ce risque, les changements dans le milieu océanique ont des impacts importants sur le MPO, à la fois sur les échelles temporelles de 10 et de 50 ans. On croit que Terre-Neuve pourrait s'attendre à subir des dommages plus importants que les autres zones du GBA sur le plan de l'infrastructure côtière.

Évaluation des risques

Après avoir passé en revue chaque feuille de résumé des risques, les participants ont mené au moyen de critères prédéterminés (annexe 8) un processus officiel visant à évaluer le risque auquel le Ministère est exposé. Les participants ont été invités à voter sur l'impact de chaque risque et la probabilité que ce risque se présente a) d'ici 10 ans, et b) d'ici 50 ans. Ce processus de vote a été repris pour chacun des six risques ministériels définis précédemment. Tous les votes se sont faits de façon anonyme en faisant appel au logiciel Resolver Ballot© (version 7.2.0.20) (n=28 votes au total pour chaque impact, et le vote concernant la probabilité). Les résultats des votes ont été examinés en séance plénière. Dans les cas où les résultats indiquaient un profond désaccord, on a passé en revue ces derniers, réglé les malentendus possibles dans la compréhension des énoncés du risque et procédé à un autre vote.

Avant les votes, les participants ont généré une liste d'hypothèses. Les hypothèses étaient que :

1. Le vote porte sur le GBA de l'Atlantique dans son ensemble. On reconnaît toutefois qu'une hétérogénéité existe et qu'il y a des différences au sein des sous-bassins et entre ces derniers.
2. L'impact est évalué séparément de la probabilité.
3. L'impact d'un risque qui se concrétise n'a pas d'échelle temporelle.

4. Le changement dans l'intensité des activités humaines qui ne sont pas directement liées aux changements climatiques, par exemple la pêche, n'est pas pris en considération.
5. Les participants sont partis du principe que le MPO mènerait ses activités « comme à l'habitude » sur les échelles temporelles de 10 et de 50 ans.

Deux aspects importants de l'évaluation qu'il importe de souligner sont :

- La grande variabilité spatiale dans le GBA de l'Atlantique n'est pas prise en compte dans les feuilles de résumé.
- Le groupe ayant participé aux votes possédait une expertise technique limitée sur le plan des risques non liés aux écosystèmes (risques 4 à 6).

Résultats des votes sur les risques individuels

Les résultats de l'exercice de votes donnaient dans la majorité des cas une courbe de distribution jugée normale, et les participants sont parvenus en général à un consensus (annexe 9). Ceci étant dit, le vote sur l'impact du risque 3 (réorganisation des espèces) s'est traduit par une vaste répartition des votes, allant de « très faible » à « extrême ». Les participants ont accepté de voter à nouveau. Le second vote a donné passablement les mêmes résultats. En raison de l'incompréhension d'un participant, il a fallu voter à nouveau sur la probabilité que le risque 4 (intervention d'urgence) se produise sur une période de 10 ans. Les résultats concernant la chance que le risque 5 (dommages aux infrastructures) survienne se sont révélés étonnamment faibles. Les participants ont donc voté une seconde fois après les discussions en groupes. Le nouveau vote a donné pour résultat général une probabilité plus élevée que ce risque se produise.

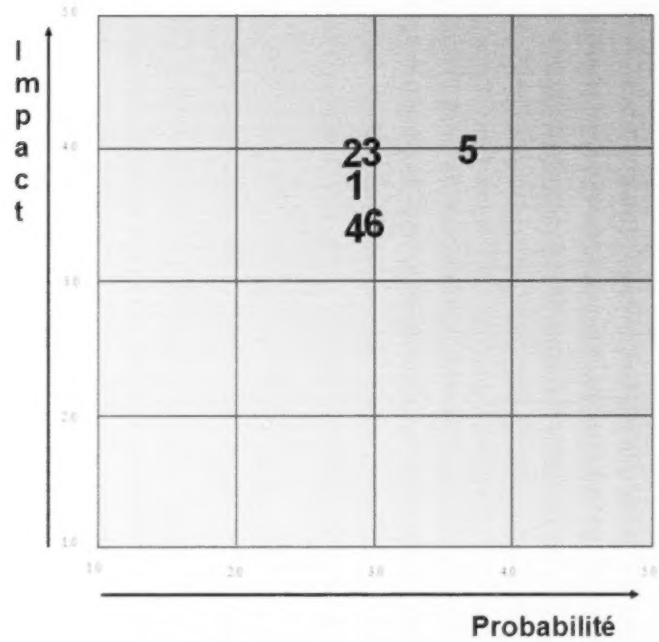
Cartes des points chauds des risques

Pour présenter les résultats des votes portant sur le niveau d'impact de chaque risque en fonction de la probabilité perçue que le risque survienne dans les échelles temporelles de 10 et de 50 ans, on a créé des cartes des points chauds du risque (figures 2 et 4, respectivement) à l'aide du logiciel Resolver Ballot©. Les votes sur le degré d'impact de chaque risque n'ont été faits qu'une seule fois. Par conséquent, la position des résultats le long de l'axe représentant l'impact est le même sur les deux figures. On a calculé l'exposition au risque (ou indice de risque), laquelle correspond au produit de l'impact du risque par le rang de la probabilité d'occurrence de ce dernier dans le classement, de sorte qu'un chiffre plus élevé indique un plus grand risque pour le MPO. L'exposition au risque pour chaque risque est présentée aux figures 3 et 5, pour les échelle temporelles de 10 et de 50 ans, respectivement.

En ce qui concerne le GBA de l'Atlantique, ce sont les dommages aux infrastructures (risque 5) et la réorganisation et le déplacement des espèces (risque 3) qui ont été jugés comme étant les risques auxquels le Ministère est le plus exposé, tant pour l'échelle temporelle de 10 ans que celle de 50 ans (impact très élevé, probabilité d'occurrence allant de modérée à quasi certaine). Ce sont les changements à l'égard à l'accès et à la navigabilité des voies navigables (risque 6) et la demande accrue de services d'intervention d'urgence (risque 4) qui ont présenté le moins de risque pour le Ministère (impact très élevé et moyen, probabilité allant de modérée à quasi certaine). Cependant, on prévoit que l'exposition du Ministère à ces risques augmentera sur l'échelle temporelle de 50 ans.

Le classement des risques basé sur l'indice de risque de ceux-ci est le même pour les échelles temporelles de 10 et de 50 ans; toutefois, la probabilité que chaque risque de produise est plus élevée dans l'évaluation sur 50 ans. Les trois risques écosystémiques (risques 1 à 3) ont été classés pratiquement au même rang; le risque 3 s'est retrouvé légèrement au-dessus. Les risques non liés aux écosystèmes, à savoir le risque 4 (intervention d'urgence) et le risque 4 (accès et navigabilité), ont eux aussi été classés presque au même rang sur l'échelle temporelle de 10 ans. Sur le plan de l'impact, les deux risques se sont classés en dessous des risques

écosystémiques. L'évaluation indique toutefois qu'ils ont la même probabilité de se présenter. Sur l'échelle de 50 ans, le risque 6 s'est classé au-dessus du risque 4 au chapitre de la probabilité.



Risques du MPO

1) Dégradation des écosystèmes et des pêches, et dommages causés à ceux-ci

2) Changements relatifs aux ressources biologiques

3) Réorganisation et déplacement des espèces

4) Demande accrue de services d'intervention d'urgence

5) Dommages aux infrastructures

6) Changements relatifs à l'accès et à la navigabilité des voies navigables

Figure 2. Carte des points chauds montrant l'impact et la probabilité d'occurrence de chaque risque du MPO, sur une échelle temporelle de 10 ans.

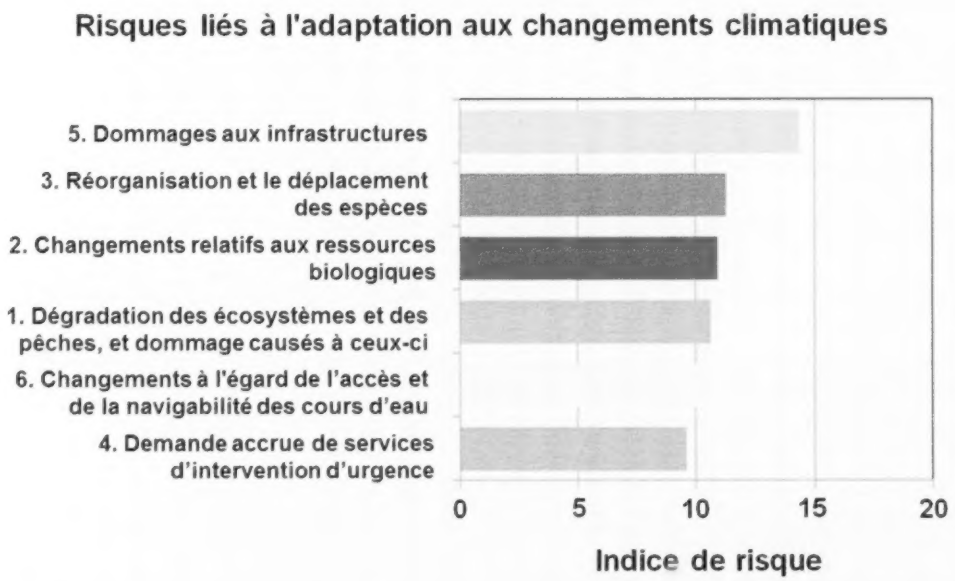
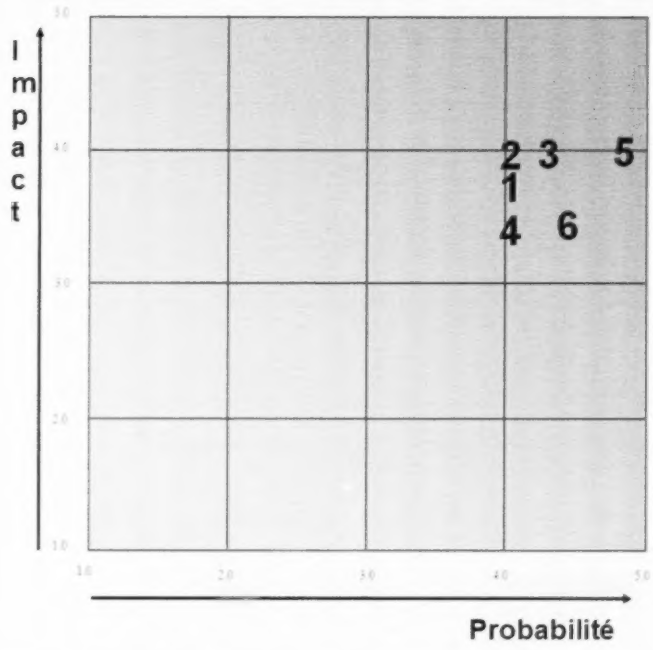


Figure 3. Histogramme montrant l'indice de risque (exposition au risque) pour chaque risque du MPO, sur une échelle temporelle de 10 ans. L'indice de risque correspond au produit de l'impact du risque par le rang de la probabilité d'occurrence de ce dernier dans le classement.



Risques du MPO

1) Dégradation des écosystèmes et des pêches, et dommages causés à ceux-ci

2) Changements relatifs aux ressources biologiques

3) Réorganisation et déplacement des espèces

4) Demande accrue de services d'intervention d'urgence

5) Dommages aux infrastructures

6) Changements relatifs à l'accès et à la navigabilité des voies navigables

Figure 4. Carte des points chauds montrant l'impact et la probabilité d'occurrence de chaque risque du MPO, sur une échelle temporelle de 50 ans.

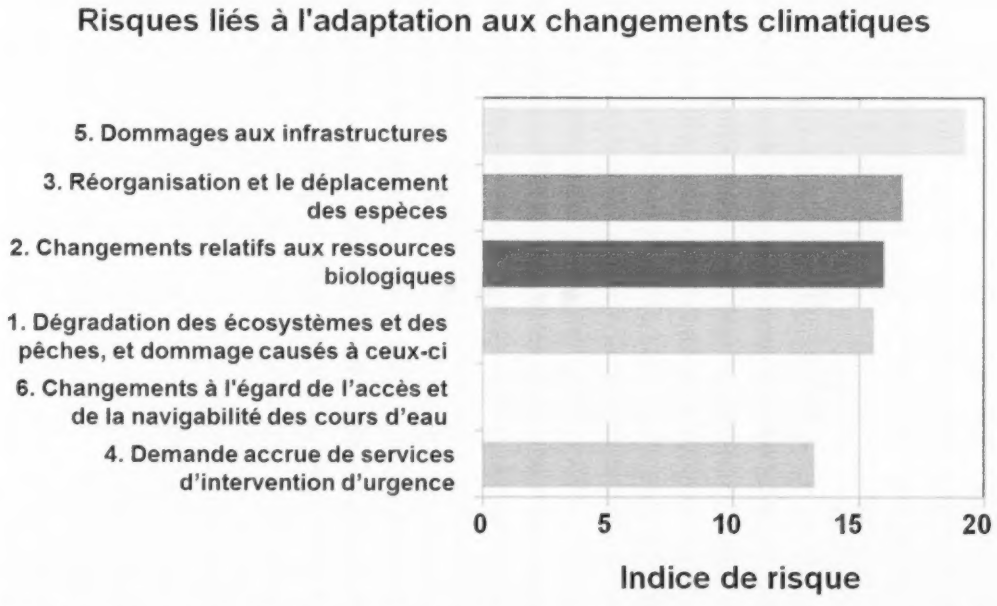


Figure 5. Histogramme montrant l'indice de risque (exposition au risque) pour chaque risque du MPO, sur une échelle temporelle de 50 ans. L'indice de risque correspond au produit de l'impact du risque par le rang de la probabilité d'occurrence de ce dernier dans le classement.

Lacunes sur le plan des connaissances

Les lacunes sur le plan des connaissances liées à l'élaboration du tableau récapitulatif des TP et des feuilles de résumé des risques sont décrites en détail dans les annexes (2 à 7). En tout, sept lacunes ont été relevées pour le GBA de l'Atlantique sur le plan des TP. Ces lacunes liées aux TP ont également engendré des lacunes dans l'évaluation des principaux facteurs de risque :

1. Connaissances et prévisibilité limitées relativement à la variabilité décennale marquée des variables de l'atmosphère, de la glace et du climat océanique dans l'Atlantique Nord-Ouest.
2. Résolution inadéquate de l'Atlantique Nord-Ouest et de l'Arctique de l'Est dans les éléments d'océan et de glace des modèles de circulation à couplage atmosphère-glace-océan servant à la détermination des prévisions relatives aux changements climatiques.
3. Connaissances et prédictibilité limitées relativement à la variabilité des principales variables du climat océanique et aux facteurs de risque pour le sous-bassin sur les échelles géographiques plus petites.
4. Incertitude à l'égard de la hausse régionale du niveau de la mer prévue pour le GBA de l'Atlantique, à laquelle s'ajoute des facteurs tels que la dilatation thermique océanique, la fonte des glaces, les changements dans la circulation et l'ajustement isostatique glaciaire.
5. Connaissances et prédictibilité limitées relativement aux tendances spatiales d'occurrence de tempêtes dans le GBA de l'Atlantique, et à l'occurrence des niveaux de la mer extrêmement élevés sur le littoral.
6. Connaissances et prédictibilité limitées relativement à la variabilité couplée physique-biogéochimique.
7. Connaissances et prédictibilité limitées relativement aux changements attribuables à plusieurs facteurs de risque survenant (parfois simultanément) dans les zones côtières, lesquelles comprennent les échancrures et les estuaires.

Il existe bel et bien des données sur les TP quant aux variables concernant l'eau douce du GBA de l'Atlantique telles que l'écoulement fluvial, le temps de déversement, le débit, les niveaux et la température des rivières. Toutefois, ces caractéristiques n'ont pas été évaluées en profondeur au cours de l'élaboration du présent avis. Dans les prochaines versions de cet exercice, le milieu d'eau douce dans le GBA de l'Atlantique devrait être davantage étudié.

Les connaissances sur les systèmes biologiques en général sont elles aussi limitées. Celles-ci comprennent :

1. Les effets biologiques de l'acidification des océans sur les poissons et la plupart des invertébrés se trouvant dans le GBA de l'Atlantique.
2. Les conséquences des changements sur la périodicité, l'intensité et la durée du cycle saisonnier.
3. Les effets des changements dans la stratification.
4. Les effets des changements dans la répartition des masses d'eau.
5. Les effets des changements dans la circulation océanique.
6. Les processus écologiques ayant lieu à proximité de la glace de mer.

Bon nombre des prévisions concernant les impacts sur l'écosystème sont fondées sur les effets d'un seul facteur. Le manque de modèles couplés à complexité trophique variable représente l'une des principales lacunes sur le plan des connaissances. La complexité des prévisions rend

incertain le lien entre les réactions de l'écosystème face aux tendances actuelles et les prévisions concernant les conditions environnementales régionales découlant des changements climatiques.

Il y a une lacune sur le plan de la disponibilité des données, notamment en ce qui concerne les régions côtières. Les modèles biophysiques manquent, et la mise à l'échelle réduite des modèles spatiaux et temporels élaborés pour les vastes zones géographiques pose problème. De plus, la façon d'intégrer les effets cumulatifs des changements climatiques aux évaluations des risques et de la vulnérabilité n'est pas claire; ces effets sont susceptibles d'être exacerbés lorsqu'ils sont combinés au stress causé par d'autres facteurs anthropiques (p. ex., la pêche, la pollution) et naturels. La hausse de la fréquence et l'augmentation possible de la durée des événements extrêmes auront également une incidence sur l'écosystème. Toutefois, ces facteurs n'ont pas été pris en considération au cours du présent processus d'évaluation des risques. Les effets des changements climatiques sur les espèces diadromes autres que le saumon et l'omble chevalier n'ont pas été étudiés dans le cadre de l'avis. Ils devraient être incorporés dans les prochaines versions de ce processus. Les répercussions des changements climatiques sur les tortues, la baleine noire et la baleine à bec commune n'ont pas été abordées dans la présente analyse. Les ZPM constituent un outil de planification de la gestion spatiale qui sera touché par les changements climatiques. On traitera de celles-ci lors des réunions d'évaluation intégrée des risques, au cours desquelles les représentants des programmes seront présents. Enfin, les facteurs non liés au climat et les effets actuels causés par les activités humaines ne sont pas étudiés dans cet avis. Ils pourraient néanmoins avoir une incidence sur la réaction de l'écosystème face aux changements climatiques.

La grande incertitude vis-à-vis les prévisions climatiques concernant les risques non liés aux écosystèmes (risques 4 à 6) est due au fait que bon nombre des éléments de risque dépendent principalement des changements dans l'environnement physique tels que la diminution de l'étendue de la glace et la hausse du niveau de la mer. L'incertitude élevée à l'égard des changements futurs que subiront les vents et les tempêtes a été définie comme étant une lacune pour le risque 4 (intervention d'urgence). Le fait que la plupart des eaux du nord du GBA de l'Atlantique ne sont pas cartographiées a été définie comme étant une lacune pour les risques 4 et 6 (changement relatif à l'accès), tandis que l'incertitude vis-à-vis les changements dans la distribution des stocks de poissons pêchés constituent une lacune importante pour les risques 4 et 5 (infrastructure). Le manque de connaissances sur les divers facteurs contribuant à l'augmentation des niveaux de mer à l'échelle régionale et internationale représente une très grande lacune (risques 5 et 6), puisque le niveau de certitude est élevé quant à l'importance de la hausse du niveau moyen de la mer. Le niveau extrême de la mer (onde de tempête) est peu connu en ce qui a trait aux endroits du GBA de l'Atlantique dépourvus de marégraphes; par conséquent, il s'agit d'une lacune majeure pour le risque 5. L'érosion côtière entraînera un changement dans le transport des sédiments et aura une incidence sur la navigabilité. Toutefois, on ne sait pas clairement quelles zones relevant de la compétence du MPO seront les plus touchées.

Conclusions

Les évaluations des risques pour les systèmes biologiques et l'infrastructure faisant partie du GBA de l'Atlantique qui relèvent du MPO ont été menées au cours d'une réunion qui a eu lieu à St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador), les 6 et 7 novembre 2012. Cette réunion du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) a donné lieu à la création de deux cartes des points chauds comparant chacun des six risques ministériels (l'impact par rapport à la probabilité) sur des échelles temporelles de 10 et de 50 ans. Ce sont les dommages aux infrastructures (risque 5) qui présentent le plus de risque pour le Ministère (combinaison de l'impact et de la probabilité), à la fois pour les échelles temporelles de 10 et de 50 ans. L'impact

prévu est très important sur les deux échelles, pour une probabilité modérée (échelle de 10 ans) et presque certaine (échelle de 50 ans). L'exposition au risque concernant les trois risques écosystémiques (risques 1 à 3) s'est classée en dessous de l'exposition aux dommages aux infrastructures et était plus importante sur l'échelle de 50 ans que sur celle de 10 ans. Pour tous les risques, la probabilité d'occurrence était plus élevée dans l'échelle de 50 ans que dans celle de 10 ans. Au cours du processus de consultation, on a relevé un certain nombre de lacunes au chapitre des connaissances sur les tendances et les prévisions et des impacts que ces lacunes auront sur les systèmes biologiques et l'infrastructure du MPO. On a recommandé de mener à nouveau cette évaluation (processus itératif) une fois que ces lacunes en matière de connaissances auront été corrigées. Le présent avis pourra ainsi être mis à jour. De plus, on a recommandé que les six risques ministériels, tels qu'ils ont été définis à l'origine dans le rapport d'INTERIS (2005), soient redéfinis et réorientés. Les résultats de ce PSRS visant le GBA de l'Atlantique serviront à orienter les ateliers sur l'évaluation intégrée des risques portant sur le GBA de l'Atlantique. Ces réunions intégrées auront pour objectif de déterminer quels sont les risques climatiques les plus importants pour le Ministère et à l'échelle des bassins. Elles permettront également d'informer la haute direction au fur et à mesure qu'on élaborera, à la lumière des futurs changements climatiques, des politiques visant à améliorer la capacité d'adaptation du Ministère.

Collaborateurs

Nom	Affiliation
Hugues Benoît	MPO, Secteur des sciences, région du Golfe
Daniel Caissie	MPO, Secteur des sciences, région du Golfe
Martin Castonguay	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
Denis Chabot	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
Joël Chassé	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
Lara Cooper	MPO, Secteur des sciences, région des Maritimes
Simon Courtenay	MPO, Secteur des sciences, région du Golfe
Paul Curran	MPO, Ports pour petits bateaux, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Claudio DiBacco	MPO, Secteur des sciences, région des Maritimes
Susan Doka	MPO, Secteur des sciences, région du Centre et de l'Arctique
Marie-Claude Fortin	MPO, Secteur des sciences, région de la capitale nationale
Dan Frampton	MPO, Garde côtière canadienne, région du Québec
Peter Galbraith	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
Michel Gilbert	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
Blair Greenan	MPO, Secteur des sciences, région des Maritimes
Bob Gregory	MPO, Secteur des sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Guoqi Han	MPO, Secteur des sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Robyn Jamieson	MPO, Secteur des sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Marc Lanteigne	MPO, Secteur des sciences, région du Golfe
Diane Lavoie	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
John Loder	MPO, Secteur des sciences, région des Maritimes
Paul Lyon	MPO, Secteur des sciences, région de la capitale nationale
Atef Mansour	MPO, Secteur des sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Sonia Michaud	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
Gilles Olivier	MPO, Secteur des sciences, région de la capitale nationale
Pierre Pepin	MPO, Secteur des sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Stéphane Plourde	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
Andry Ratsimandresy	MPO, Secteur des sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador
Michael Scarratt	MPO, Secteur des sciences, région du Québec
Nancy Shackell	MPO, Secteur des sciences, région des Maritimes
Erika Thorleifson	MPO, Secteur des sciences, région de la capitale nationale
John Tremblay	MPO, Secteur des sciences, région des Maritimes

Approuvé par

Helen Joseph, directrice, Océanographie et climat, Sciences des écosystèmes, Ottawa, Ontario (le 22 février 2013).

Sources de renseignements

Brock, R.J., Kenchington, E. et A. Martinez-Arroyo. (Éd.). 2012. Lignes directrices scientifiques pour la création de réseaux d'aires marines protégées résilientes dans le contexte des changements climatiques. Commission de coopération environnementale. Montréal (Canada). 95 p.

Interis, 2005. Climate Change Risk Assessment for Fisheries and Oceans Canada, Interis Consulting Inc. Ottawa. http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/oceanography-oceanographie/accasp/index-fra.html

Interis 2012. Profil national des risques associés aux changements climatiques – mise à jour de 2012. Interis Consulting Inc. Ottawa. http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/oceanography-oceanographie/accasp/index-fra.html

GIEC. 2007. Changements climatiques 2007 : les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. et H.L. Miller. (Éd.). Cambridge University Press. 996 p.

Loder, J.W., Chasse, J., Galbraith, P.S., Han, G., Brickman, D., Caissie, D., Colbourne, E., Guo, L., Hamilton, J., Hebert, D., Lavoie, D., Pepin, P., Perrie, W., Peterson, I., van der Baaren, A., Wu, Y., Xu, Z. et autres, en préparation. Sommaire des tendances et des prévisions relatives aux changements climatiques pour le grand bassin aquatique de l'Atlantique. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques.

Loder, J.W., Petrie B. et G. Gawarkiewicz. 1998. Chapitre 5 : The coastal ocean off northeastern North America: a large-scale view. p. 105-133 *Tiré de :* The Global Coastal Ocean: Regional Studies and Synthesis. The Sea, Vol. 11, A.R. Robinson et K.H. Brink (éd.), John Wiley & Sons, Inc.

Shackell, N.L., Pepin P., Greenan B. et A. Warburton (éd.), en préparation. Analyse des impacts, des vulnérabilités et des opportunités (IVO) associés aux changements climatiques pour le bassin marin de l'Atlantique. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 3012.

Annexe 1

Tableau récapitulatif des tendances et des prévisions pour le GBA de l'Atlantique.

Sommaire de haut niveau à l'échelle du bassin des tendances observées et des prévisions relatives aux changements climatiques pour le grand bassin aquatique de l'Atlantique	Changements prévus (direction et ampleur) et probabilité (ou fiabilité)
Sigles, acronymes et abréviations : RÉ4 du GIEC = 4e rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat; CMTA = circulation méridienne de retournement de l'Atlantique Sous-bassins : Plateau/talus néo-écossais et golfe du Maine (PNE-GM), golfe du Saint-Laurent (GSL), plateau/pente de Terre-Neuve et du Labrador (PPTNL)	
Probabilité : Très probable > 80 %, Probable 61 à 80 %, Plutôt probable 41 à 60 %, Improbable 20 à 40 %, Très improbable < 20 %. Fiabilité (des renseignements) : TE = Très élevée, E = Élevée, M = Moyenne, F = Faible, TF = Très faible. Remarque : L'incertitude est importante en raison de la forte variabilité naturelle de bon nombre de variables pour la période décennale, et de la résolution inadéquate de l'Arctique de l'Est et de l'Atlantique Nord-Ouest dans les éléments d'océan et de glace des modèles climatiques.	

Facteurs de risque (variables)	Décennal (changements prévus après une décennie, en se basant sur les tendances passées)	50 ans (estimations des changements sur une période de 50 à 70 ans)
Température de l'air	Tendances positives quant aux moyennes annuelles au cours des trois dernières décennies. Augmentation probable, partout, pour toutes les saisons (E).	Augmentation très probable, partout, pour toutes les saisons (TE). Augmentation probable des moyennes annuelles de l'ordre de 2 à 3,5 °C dans le PNE-GM et le GSL, et de 1-3 °C dans les PPTNL (M).
Précipitations	Aucune séquence claire dans les tendances observées au cours des trois dernières décennies. Augmentations probables pour le nord l'hiver (M), mais changements incertains ailleurs.	Tendance à la hausse pour la majorité des sites depuis 1950. Augmentation probable des moyennes annuelles de l'ordre de 10 %, sauf dans le PNE-GM, où le changement est incertain (M). Augmentation possible des événements de précipitations extrêmes (F).
Débit fluvial et ruissellement	Aucune séquence claire dans les tendances observées quant au débit annuel au cours des trois dernières décennies. Augmentation probable du ruissellement du Groenland touchant le nord des PPTNL (M). Arrivée précoce des débits de pointe plutôt probable, partout (M).	Augmentations allant de plutôt probable à très probable du débit annuel dans le GSL et les PPTNL, incertain dans le PNE-GM (M-E). Arrivée précoce des débits de pointe probable, partout (E). Diminution possible des débits estivaux en été (F). Augmentation possible des événements extrêmes de débit fluvial (F).
Conditions des rivières	Augmentations des températures, diminution des jours de glace, débâcle prématurée et réduction des niveaux d'eau estivaux plutôt probables (F).	Augmentations des températures, diminution des jours de glace, débâcle prématurée et réduction des niveaux d'eau estivaux probables (M).
Circulation atmosphérique	Aucune tendance durable quant à l'oscillation nord-atlantique (ONA). Variabilité naturelle incertaine.	Décalage probable du courant-jet vers le pôle et intensification probable du mode annulaire septentrional (E). Intensification de l'ONA plutôt probable (M), mais moins certaine que dans le RÉ4 du GIEC.

Facteurs de risque (variables)	Décennal (changements prévus après une décennie, en se basant sur les tendances passées)	50 ans (estimations des changements sur une période de 50 à 70 ans)
Vents et tempêtes	Renseignements disparates concernant les tendances des vents. Changements incertains pour la prochaine décennie; ceux-ci pourraient être dominés par une variabilité naturelle non prévisible.	Décalage vers le pôle probable concernant les trajectoires des tempêtes (E). Un modèle régional indique une diminution (augmentation) du nombre de tempêtes automnales dans le sud (nord), pas ou peu de changements concernant les vitesses moyennes du vent (M).
Glace de mer	Probabilité de diminutions encore plus importantes quant à la superficie, à l'épaisseur, au volume, à la concentration et à la durée de la glace de mer pour l'ensemble des régions (E). Il est plutôt probable que le déclin considérable observé au cours des trois dernières décennies se poursuive dans la plupart des régions (F). Variabilité naturelle importante.	Très grande probabilité de diminutions de la superficie, de l'épaisseur, du volume, de la concentration et de la durée de la glace de mer pour l'ensemble des régions. Baisses de pourcentage les plus élevées probables pour le GSL et la partie sud des PPTNL. Disparition complète très (plutôt) probable pour les PNE-GM (GSL), à l'exception des zones côtières et ailleurs au cours des hivers les plus froids. (E)
Icebergs	Diminution probable de la présence d'icebergs pour le GSL et les PPTNL (M). Possibilité d'augmentation de l'occurrence dans les PPTNL en raison de la hausse du taux de vêlage des glaciers (F).	Diminution probable de la présence d'icebergs dans le GSL et les PPTNL (M). Possibilité d'augmentation de l'occurrence dans les PPTNL en raison de la hausse du taux de vêlage des glaciers (F).
Température océanique à la surface ou près de la surface	Réchauffement au cours des trois dernières décennies dans tous les sous-bassins (mais pas au cours du dernier siècle dans la mer du Labrador). Hausses probables des moyennes annuelles, mais différences de l'ampleur d'un sous-bassin à l'autre et d'une saison à l'autre (E). Grande incertitude à l'égard	Hausses très probables pour toutes les régions et toutes les saisons (E). Hausses les plus importantes dans les régions du PNE-GM et du GSL (augmentations probables de 1-4 °C dans les moyennes saisonnières) (E) et hausses plus modestes dans les PPTNL (augmentations probables de 0-2 °C dans les moyennes saisonnières), notamment pour l'hiver (M). Incertitudes
Température océanique à la surface ou près de la surface *(suite)*	des ampleurs due à la variabilité naturelle. Il est plutôt probable que l'atteinte des températures seuils soient légèrement plus précoce (tardive) au printemps (à l'automne) au sud (F).	liées à la variabilité pour la période décennale et à la résolution inadéquate des océans dans les modèles climatiques. Atteinte prématurée (tardive) probable des températures seuils au printemps (à l'automne) (E).
Température océanique Couche intermédiaire froide (CIF)	Hausse de la température minimale, diminution de l'étendue et du volume, et exhaussement de la CIF plutôt probables, mais incertitudes quant aux ampleurs (M). Variabilité naturelle importante.	Hausse de la température minimale, diminution de l'étendue et du volume, et exhaussement de la CIF probables, mais incertitudes quant aux ampleurs (M). Changement prévu moins marqué dans les parties couvertes de glace du plateau continental du Labrador (M).

Facteurs de risque (variables)	Décennal (changements prévus après une décennie, en se basant sur les tendances passées)	50 ans (estimations des changements sur une période de 50 à 70 ans)
Température océanique Au fond (plateau) ou en profondeur (au large du plateau)	Faible réchauffement au cours des trois dernières décennies dans les PPTNL, mais pas dans les régions du PNE-GM et du GSL (M). Réchauffement au cours des 80-100 dernières années dans les régions du PNE-GM et du GSL (M). Faible réchauffement plutôt probable pour la plupart des zones accompagné de variations spatiales de la profondeur de l'eau (M).	Réchauffement probable pour la plupart des zones découlant du réchauffement des couches supérieures de l'océan et accroissement probable de l'influence des eaux subtropicales dans les régions du PNE-GM, du GSL et des PPTNL du sud (E). On prévoit des variations spatiales de la profondeur de l'eau : des zones moins profondes (<100 m dans les régions du PNE-GM, du GSL et des PPTNL du sud et <200 m pour le plateau continental du Labrador) à la suite des changements dans la CIF et des zones plus profondes (>200 m) à la suite des changements au large du plateau (E).
Salinité À la surface ou près de la surface	Variabilité spatiale fondée sur les tendances récentes. Diminution générale plutôt probable pour les zones côtières/de plateaux/de pentes de l'ensemble des sous-bassins (M). Ampleurs de <0,2 augmentant à mesure que la latitude augmente (F). Incertitude due à la variabilité naturelle.	Diminution très probable pour toutes les zones côtières/de plateaux/de pentes, pour l'ensemble des saisons (E). Ampleur de 0,1 à 1,0 augmentant à mesure que la latitude augmente (E). Variations relativement faibles d'une saison à l'autre (M). Hausse possible dans les zones océaniques profondes du sud (M).
Salinité Au fond ou en profondeur (au large du plateau)	Baisse de la salinité plutôt probable pour la plupart des zones, mais forte influence de la variabilité naturelle, laquelle pourrait dominer (M).	Diminution probable pour l'ensemble des saisons et des zones, à l'exception des eaux profondes (>200 m) des zones du sud (E), pour lesquelles une légère hausse est plutôt probable.
Stratification et hauteur de la couche de mélange	Légère augmentation plutôt probable de la stratification saisonnière près de la surface et diminution plutôt probable des hauteurs de la couche de mélange de surface pour la plupart des zones (M). Stratification précoce au printemps et en été, et fin tardive de celle-ci en automne plutôt probables (E). Hausse de la stratification plutôt probable dans le front des eaux de plateau/de talus, le long de la bordure du plateau (M).	Augmentation très probable de la stratification saisonnière près de la surface pour l'ensemble des zones, à l'exception peut-être des zones qui ne reçoivent plus de glace de mer transportée (E). Diminution très probable des hauteurs de la couche de mélange de surface pour l'ensemble des zones (E), mais variation spatiale importante dans les ampleurs : environ 1-5 m pour les régions du PNE-GM et du GSL et environ 10-60 m pour les PPTNL (M). Stratification précoce au printemps et en été, et fin tardive de celle-ci en automne très probables (E). Hausse probable de la stratification dans le front des eaux de plateau/de talus, le long de la bordure du plateau (M).
Circulation océanique à grande échelle	Changements possibles dans l'emplacement et la force des principaux courants océaniques (Gulf Stream, courant du Labrador, débits sortants de l'Arctique, CMTA), mais ces changements risquent d'être dominés par la variabilité naturelle plutôt que par un changement anthropique au cours de la prochaine décennie (M).	Réduction probable de la CMTA (E), intensification plutôt probable du courant du Labrador (M) et baisse des débits sortants de l'Arctique (M), ce qui aura un impact notamment sur les PPTNL et le PNE-GM. Décalage probable du Gulf Stream vers le nord, ce qui aura un impact sur le PNE-GM et le GSL (M). Ampleurs incertaines, mais les effets nets sur le climat océanique régional pourraient être importants (M).

Facteurs de risque (variables)	Décennal (changements prévus après une décennie, en se basant sur les tendances passées)	50 ans (estimations des changements sur une période de 50 à 70 ans)
Circulation côtière	Changements incertains dominés par la variabilité naturelle (M).	Changements incertains sur le plan de la circulation et de l'échange à l'échelle locale et régionale (M).
Hauteur importante des vagues (HIV)	Aucun changement important observé au cours des trois dernières décennies (M). Hausse plutôt probable pour les saisons et les zones dans le GSL et les PPTNL antérieurement couvertes de glace (M). Incertitude quant à l'activité des tempêtes pour les autres saisons et les autres zones.	Hausses probables en hiver et au printemps dans les zones autrefois couvertes de glace (M). Les derniers modèles n'indiquent que des changements minimes pour les autres zones et les autres saisons, notamment une possibilité de faibles baisses en été dans le GSL et les PPTNL (M).
Niveau moyen de la mer (NMM) sur le littoral	Hausses probables le long du PNE-GM, dans la partie sud du GSL et sur les côtes de Terre-Neuve (E). Augmentation de 5-10 cm plutôt probable pour ces zones (M). Baisse de la certitude quant aux changements prévus pour le nord du GSL et les côtes du Labrador (F-M). Incertitudes dues à la variabilité naturelle.	Hausses jusqu'à une hauteur dépassant la moyenne mondiale très probables pour le long du PNE-GM, la partie sud du GSL et les côtes de Terre-Neuve, dues à l'affaissement du sol (E). Augmentations probables de 30-50 cm le long du PNE-GM et sur les côtes de la partie sud du GSL (E); augmentation de 30-40 cm le long de certaines parties de la côte de Terre-Neuve (M). Hausses probables ailleurs, mais d'une ampleur moindre en raison du relèvement du sol (M). Incertitudes quant à la dynamique océanique régionale et aux facteurs à l'échelle mondiale.
Niveau extrême de la mer sur le littoral	Les observations indiquent une augmentation des occurrences de niveaux élevés extrêmes principalement due à la hausse du niveau moyen de la mer (NMM), plutôt qu'à la plus grande violence des événements (M). Hausse plutôt probable des niveaux élevés extrêmes pour la plupart des zones, mais incertitudes quant à la variabilité naturelle et à l'activité des tempêtes (M).	Augmentation très probable des niveaux élevés extrêmes pour la plupart des zones due à la fois à la hausse du NMM, à la diminution de la couverture de glace, possiblement à la plus grande violence des tempêtes et/ou à la hausse des marées (E). Hausse probable de la fréquence des inondations pour la plupart des zones (E) et de l'érosion côtière pour certaines zones (M).
Acidité	Poursuite probable de la tendance récente marquée par une baisse du pH pour la plupart des zones, baisse de l'ordre de 0,02-0,04 mais plus importante dans les profondeurs du GSL (M). Poursuite probable de la remontée des horizons de saturation du $CaCO_3$ (M).	Diminution généralisée du pH et remontée des horizons de saturation du $CaCO_3$ très probables (TE). Diminutions probables du pH de l'ordre de >0,1 pour la plupart des zones et de l'ordre de >0,2 dans les profondeurs du GSL (amplification due à l'hypoxie) (M).
Nutriments	Faibles diminutions plutôt probables de la quantité de nutriments transportés vers la zone euphotique pour la plupart des zones, mais variabilité naturelle importante (F).	Diminution généralisée probable de la quantité de nutriments transportés vers la zone euphotique due à une augmentation de la stratification, pour la plupart des zones. Autres changements probables dans les nutriments pour certaines zones découlant des changements biogéochimiques et sur le plan de la circulation. (M)

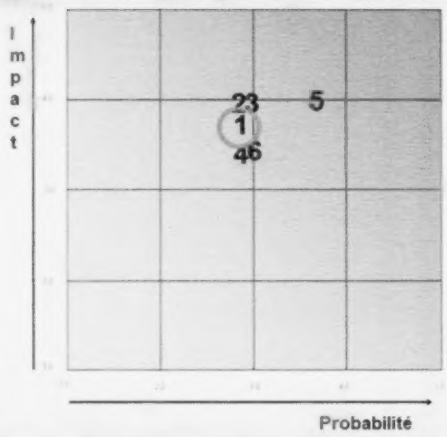
Facteurs de risque (variables)	Décennal (changements prévus après une décennie, en se basant sur les tendances passées)	50 ans (estimations des changements sur une période de 50 à 70 ans)
Oxygène dissous	Faibles diminutions plutôt probables des concentrations sous la surface et des niveaux de saturation pour la plupart des zones. Ces baisses pourraient toutefois être dominées par une variabilité physique, naturelle et biogéochimique (F).	Diminution généralisée très probable des concentrations sous la surface et des niveaux de saturation (E). Les processus physiques et biogéochimiques locaux pourraient dominer dans certaines zones (M).

Annexe 2

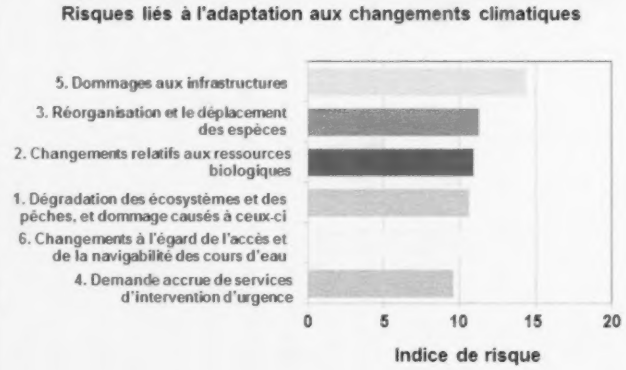
Feuille de résumé des risques pour le risque 1 : Dégradation des écosystèmes et des pêches, et dommages causés à ceux-ci pour le GBA de l'Atlantique. Il faut noter qu'il y a un lien direct entre les principaux facteurs de risque (partie gauche du tableau) et les conséquences (partie droite).

Grand bassin aquatique de l'Atlantique (Golfe, Maritimes, Terre-Neuve-et-Labrador, Québec)
Risque 1 : Dégradation des écosystèmes et des pêches, et dommages causés à ceux-ci
Énoncé du risque : Les changements climatiques risquent d'avoir un impact sur la capacité du MPO à atteindre ses objectifs stratégiques en matière de gestion des océans, de développement durable et de gestion intégrée des ressources du milieu aquatique du Canada.
Contexte : Ce risque concerne le rôle de gouvernance du MPO dans la gestion et la protection des habitats du poisson, son rôle de chef de file dans la Stratégie sur les océans du Canada et dans le maintien de la durabilité des océans et de leurs ressources (les lois habilitantes sont la *Loi sur les pêches*, la *Loi sur les océans* et la *Loi sur les espèces en péril*)

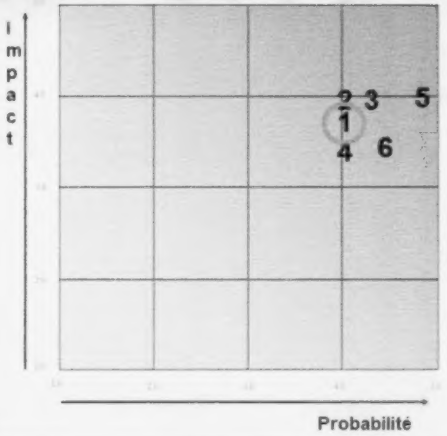
Position sur la carte des points chauds (période de 10 ans)



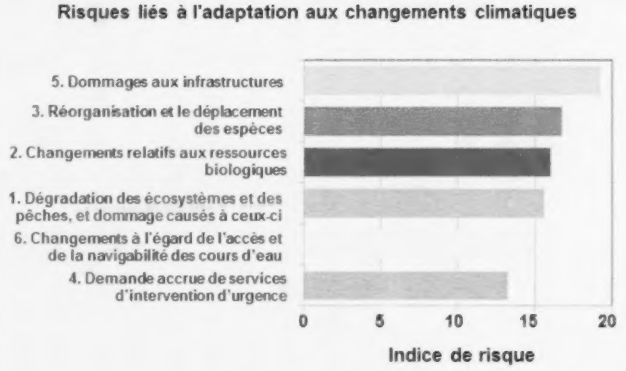
Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 10 ans)



Position sur la carte des points chauds (période de 50 ans)



Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 50 ans)



Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
A) La hausse prévue de la température et de la stratification océaniques (et de leurs effets sur la répartition des nutriments) sera favorable aux petites cellules de phytoplancton et aux communautés de zooplancton de petite taille. **B)** La réduction de la couverture de glace de mer et la débâcle prématurée dans les régions des plateaux/pente de Terre-Neuve et du Labrador et du golfe du Saint-Laurent, de même que les hausses prévues des TSM, provoqueront l'apparition hâtive de diatomées et d'une prolifération printanière.	**A et B)** Une diminution de la taille du plancton favorisera probablement l'élargissement de la boucle microbienne, de même que la prédation par le zooplancton plus petit. Ces modifications entraîneront l'allongement de la chaîne alimentaire, ce qui diminuera l'efficacité du flux d'énergie échangé entre les producteurs primaires et les prédateurs de niveau trophique supérieur. Tous ces changements peuvent entraîner une baisse du nombre de prises possibles. Ce sont la partie sud du bassin (p. ex., l'ouest du plateau néo-écossais) et les régions côtières qui seront les plus touchées. L'effet pourrait être compensé par l'augmentation de la production de phytoplancton plus au nord vers le milieu du siècle en réaction à une plus longue période de croissance. Il pourrait également y avoir une compensation si le début hâtif de la prolifération printanière du phytoplancton, ainsi que la présence réduite des espèces de l'Arctique, permettaient aux populations de *Calanus finmarchicus* de profiter d'une plus longue période de production dans la plus grande partie de l'ouest du bassin de l'Atlantique.
C) Des décalages trophiques peuvent survenir si les dates des événements saisonniers du cycle biologique (comme la reproduction, la métamorphose ou la migration) des prédateurs et des proies changent à un rythme différent	**C)** La transformation des réseaux trophiques occasionnera certainement des changements dans la productivité des ressources aquatiques exploitées, ce qui exigera la modification des points de référence connexes établis pour la gestion ou de l'approche utilisée pour gérer la durabilité des stocks exploités.
D) La température plus élevée et la disponibilité réduite des nutriments pourraient faire augmenter le nombre d'occurrences de prolifération d'algues nuisibles, notamment dans les régions du sud et les zones côtières, et permettre l'expansion de l'aire de répartition jusque dans les plateaux/pente de Terre-Neuve et du Labrador.	**D)** Augmentation des poussées d'algues nuisibles engendrant une toxicité chez les mollusques et les crustacés et une hausse du taux de mortalité pendant les pics de chaleur en été.
E) Les changements dans la distribution des proies et le calendrier des cycles, ainsi que la diminution de l'étendue, de l'épaisseur et de la durée de la glace de mer et de la taille des floes entraîneront une modification de la répartition et de l'abondance des principaux mammifères marins.	**E)** Un changement dans la répartition et la domination relative de certaines espèces de mammifères marins, découlant des changements de la dynamique des glaces, aura un impact sur les proies de ces espèces et, par conséquent, sur la structure de l'écosystème.
F) Le réchauffement entraînera un changement dans la composition de certaines espèces. On remarquera dans les structures des communautés une tendance à se déplacer vers le nord, notamment dans la partie sud du bassin.	**F)** Ce déplacement vers le nord des structures des communautés, en particulier en provenance de la portion sud du bassin, obligeront le MPO à ajuster les limites des zones des stocks et à adopter des approches de gestion tenant compte des changements potentiels dans la productivité des stocks découlant des modifications intervenues sur le plan de la compétition et de la dynamique prédateur/proie. Possibilité de changement dans la composition des génotypes des populations. Les changements dans la répartition des espèces qui son dus au climat pourraient compromettre la capacité du MPO à planifier et à mettre en place des zones de protection marine efficaces (visant à préserver et à protéger les écosystèmes).

Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
G) La baisse continue du pH de l'océan pourrait avoir des répercussions négatives sur les espèces qui ont besoin de carbonate de calcium pour renforcer leur carapace ou leur coquille (crustacés, foraminifères, coccolithophores, coraux et mollusques).	**G)** La baisse du pH de l'océan pourrait avoir un impact sur la structure du réseau trophique (crustacés, coraux et mollusques).
H) Les changements climatiques exacerberont les effets des autres agents de stress (p. ex., la surpêche, la pollution ou la dégradation de l'habitat).	**H)** Ces agents ont tendance à affaiblir la résilience des communautés en réduisant la diversité chez les espèces (p. ex., la diversité intraspécifique, notamment la génétique, la structure par âge et la diversité au sein des sous-populations). Comme la diversité sous-entend une résilience, les zones et les populations soumises à des stress importants peuvent voir la résilience de leur écosystème compromise, et ainsi devenir plus vulnérables aux changements climatiques.

Opportunités

- Les taux de croissance et de développement augmenteront pour presque toutes les composantes des niveaux trophiques inférieurs. Ce sont les cycles biologiques qui pourraient être le plus touchés par cette hausse, en raison de la croissance saisonnière prolongée et de la productivité accrue. De plus, un début hâtif de la prolifération printanière du phytoplancton et la présence réduite des espèces de l'Arctique permettront aux populations de *Calanus finmarchicus* de profiter d'une plus longue période de production dans la plus grande partie du territoire de l'ouest du bassin de l'Atlantique. Toutefois, pour ce qui est du bassin du sud (p. ex., l'ouest du plateau néo-écossais), une diminution de la taille du plancton favorisera probablement l'élargissement de la boucle microbienne, de même que la prédation par le zooplancton plus petit. Ces modifications entraîneront l'allongement de la chaîne alimentaire, ce qui diminuera l'efficacité du flux d'énergie échangé entre les producteurs primaires et les prédateurs de niveau trophique supérieur. Tous ces changements peuvent entraîner une baisse du nombre de prises possibles.

Lacunes

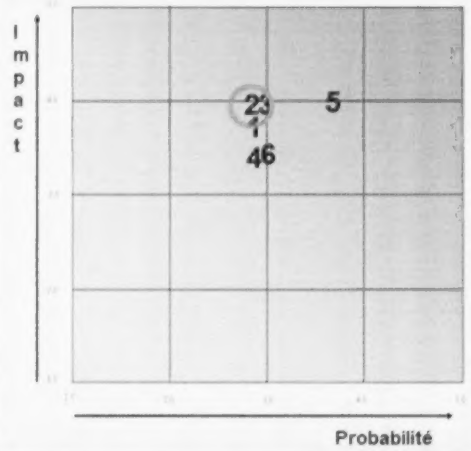
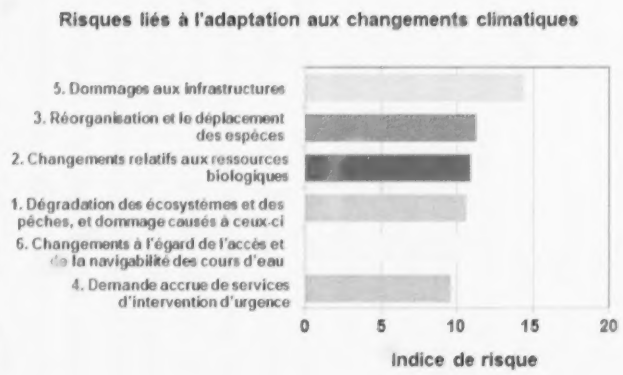
- Les températures plus élevées donneront sans doute lieu à des changements dans la fréquence des occurrences des espèces dépendant étroitement du cycle saisonnier des températures. La capacité des espèces à s'adapter aux changements du cycle saisonnier et leur méthode d'adaptation auront un impact important sur la productivité régionale. Toutefois, les connaissances à ce sujet sont très limitées. Les taxons qui demeurent actifs durant les périodes où l'abondance des nutriments/proies est faible, lesquelles surviennent généralement entre les efflorescences du printemps et de l'automne, profiteront sans doute des changements climatiques. Toutefois, les espèces qui entrent dans des périodes prolongées de dormance pourraient se voir soumises à une compétition accrue des taxons qui peuvent tirer profit de la saison « productive » plus longue.
- Une lacune importante réside dans le manque d'information sur les changements climatiques pour évaluer leurs impacts sur les baies et les estuaires, et sur toute la région côtière (<50 m) en général.
- Les effets potentiels des proliférations d'algues nuisibles sur les espèces non commerciales (p. ex., les mammifères marins) n'ont pas été étudiés de manière approfondie.
- On a grandement besoin d'élaborer des modèles biophysiques à échelle réduite régionaux.
- Notre compréhension de la capacité d'adaptation présente une lacune; les changements climatiques peuvent donner lieu à une sélection différentielle des génotypes sans qu'il y ait changement dans la répartition. Nous ignorons les conséquences de ce processus.
- Notre compréhension de la façon d'intégrer les effets cumulatifs (risque, vulnérabilité, etc.) aux processus d'évaluation présente une lacune.
- Notre compréhension des interactions des espèces et de la dynamique trophique présente une lacune. Les changements interannuels et saisonniers dans la répartition et l'abondance locale, dus au climat,

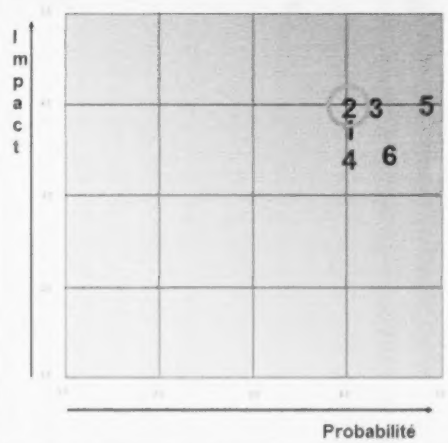
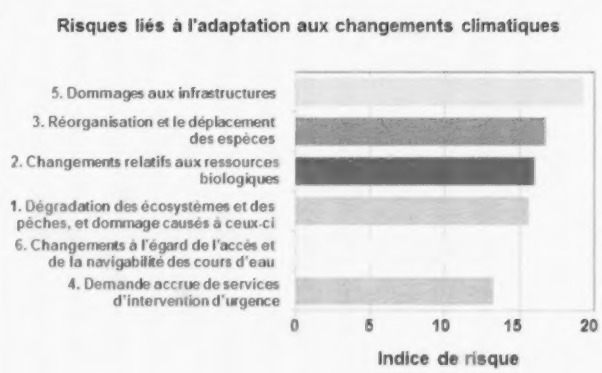
Lacunes
déterminent le schéma des interactions potentielles intra- et interspécifiques. La réaction du phytoplancton et du zooplancton aux changements dans le forçage environnemental dépendra largement de l'état du restant des réseaux trophiques. Étant donné la cooccurrence, les effets combinés des nouvelles interactions écologiques et des changements climatiques peuvent avoir un impact sur la structure, la biomasse, la productivité et la dynamique des communautés aquatiques. Un examen récent de plus de 600 études des systèmes terrestres a révélé que les changements climatiques peuvent avoir une influence sur pratiquement tous les types d'interactions entre les espèces. De plus, comme les espèces et les groupes fonctionnels ne réagiront pas forcément de la même manière aux changements climatiques, et qu'il est possible qu'une ou que certaines espèces « clés » aient une influence particulière au sein d'une communauté, la dynamique est difficile à prédire, à court terme mais surtout à long terme.
▪ Les impacts des changements climatiques sur tous les aspects de la biodiversité (l'écosystème, les habitats, la communauté, les espèces non commerciales, notamment les interactions) n'ont pas été étudiés de manière approfondie.

Annexe 3

Feuille de résumé des risques pour le risque 2 : Changements relatifs aux ressources biologiques dans le GBA de l'Atlantique. Il faut noter qu'il y a un lien direct entre les principaux facteurs de risque (partie gauche du tableau) et les conséquences (partie droite).

Grand bassin aquatique de l'Atlantique (Golfe, Maritimes, Terre-Neuve-et-Labrador, Québec)
Risque 2 : Changements relatifs aux ressources biologiques
Énoncé du risque : *Les changements climatiques risquent d'avoir un impact sur la capacité du MPO à gérer et à assurer la distribution et la qualité des stocks de produits de la pêche et de l'aquaculture, de même qu'à en protéger l'abondance.*
Contexte : Ce risque concerne la gestion des ressources halieutiques par le MPO (stocks de poissons, mollusques et mammifères marins) (la loi habilitante est la *Loi sur les pêches*).

Position sur la carte des points chauds (période de 10 ans)	**Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 10 ans)**
	

Position sur la carte des points chauds (période de 50 ans)	**Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 50 ans)**
	

Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
A) La hausse prévue de la température à la surface de la mer (TSM) combinée à la baisse anticipée des niveaux d'oxygène dissous (NOD) pourrait donner lieu à une diminution de la productivité des espèces de poissons, de mollusques et de crustacés d'élevage, notamment chez les mollusques et les crustacés en raison du pH plus bas.	**A)** La hausse prévue de la température de la surface de la mer et la baisse anticipée des niveaux d'oxygène dissous pourraient également se traduire par une augmentation des maladies, des parasites, des salissures, des organismes et espèces nuisibles et des prédateurs, qui serait attribuable à la fois à la hausse du taux de survie des organismes pathogènes aquatiques et à la diminution de la résistance dans certains sites.
B) La température plus élevée et la disponibilité réduite des nutriments pourraient faire augmenter le nombre d'occurrences de prolifération d'algues nuisibles, notamment dans les **régions du sud et les zones côtières**, et permettre l'expansion de l'aire de répartition jusque dans les plateaux/pente de Terre-Neuve et du Labrador.	**B)** Augmentation des poussées d'algues nuisibles engendrant une toxicité chez les mollusques et les crustacés et une hausse du taux de mortalité pendant les pics de chaleur en été.
C) La baisse des niveaux d'oxygène dissous aura des effets négatifs sur les espèces et les populations vivant en eaux profondes, surtout si celles-ci sont décimées (p. ex., sébaste atlantique et acadien) ou si le seuil de tolérance d'une espèce est presque atteint dans les zones déjà gravement hypoxiques telles que l'estuaire du Saint-Laurent et la tête du chenal Esquiman (p. ex., flétan du Groenland, crevette nordique).	**C)** – idem au facteur de risque
D) La baisse continue du pH de l'océan pourrait avoir des impacts négatifs sur les espèces qui ont besoin de carbonate de calcium pour renforcer leur carapace ou leur coquille (les crustacés et les mollusques).	**D)** – idem au facteur de risque
E) La hausse prévue de la température et de la stratification océaniques (et l'amplification de leurs effets sur la répartition des nutriments) sera favorable aux petites cellules de phytoplancton et aux communautés de zooplancton de petite taille, particulièrement dans la partie sud du bassin.	**E)** Une diminution de la taille du plancton favorisera probablement l'élargissement de la boucle microbienne, de même que la prédation par le zooplancton plus petit. Ces modifications entraîneront l'allongement de la chaîne alimentaire, ce qui diminuera l'efficacité du flux d'énergie échangé entre les producteurs primaires et les prédateurs de niveau trophique supérieur. Ce sont la partie sud du bassin et les régions côtières qui seront les plus touchées. Cet effet pourrait être compensé jusqu'à un certain point par une augmentation de la production de phytoplancton dans les latitudes nordiques vers le milieu du siècle en réaction à une plus longue période de croissance. Il pourrait également être compensé si le début hâtif de la prolifération printanière du phytoplancton et la présence réduite des espèces de l'Arctique permettent aux populations de *Calanus finmarchicus* de profiter d'une plus longue période de production dans la plus grande partie du territoire de l'ouest du bassin de l'Atlantique.

Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
F) La hausse prévue de la température de l'eau pourrait entraîner un déclin de la population dans la partie sud de l'aire de répartition de celle-ci (p. ex., la plie, le flétan, le capelan, la crevette nordique et surtout le crabe des neiges et le flétan du Groenland).	**F)** – idem au facteur de risque
G) Les mammifères marins capturés à des fins commerciales ou de subsistance, notamment les phoques dont la survie dépend de la glace, connaîtront un déclin ou quitteront les zones où la pêche est actuellement pratiquée.	**G)** Les changements dans l'abondance des mammifères marins capturés auront une incidence sur la disponibilité des stocks pour les pêcheurs. De plus, ces changements entraîneront une modification de la structure de la communauté des proies (poissons) des mammifères marins, qui pourraient alors ne plus être autant disponibles pour les pêcheurs.
H) Épuisement accru des stocks de saumon de l'Atlantique dans les régions du sud (du fait de l'élévation de la température de la surface de la mer en été et des températures de l'eau douce en lien avec le débit minimum estival). La production de tacons pourrait diminuer, en raison des hivers plus chauds dans le nord et des conditions plus sèches dans le sud. De plus, la résistance du saumon aux infections sera réduite.	**H)** Les pêches récréatives et l'allocation des stocks seront touchées.
I) Les hausses des températures de l'océan et de l'eau douce et les changements dans le débit d'eau douce au printemps auront des impacts sur le moment ou la durée des diverses étapes du cycle biologique du saumon (migrations, frai, éclosion, smolt).	**I)** Les changements dans le moment et la durée des diverses étapes du cycle biologique du saumon auront des effets négatifs sur la production de saumon.
J) Les changements climatiques exacerberont les effets des autres agents de stress (p. ex., les espèces aquatiques envahissantes, la surpêche, la pollution et la dégradation de l'habitat).	**J)** Ces agents ont tendance à affaiblir la résilience en réduisant la diversité (p. ex., la diversité intraspécifique, notamment la génétique, la structure par âge et la diversité au sein des sous-populations). Comme la diversité sous-entend une résilience, les zones et les populations soumises à des stress importants peuvent voir la résilience de leur écosystème compromise, et ainsi devenir plus vulnérables aux changements climatiques.
K) Les cycles biologiques saisonniers sont étroitement liés à la température. Ces événements saisonniers ne se produiront plus au même moment, en raison des températures élevées au printemps et en automne.	**K)** Comme les gestionnaires des pêches ouvrent et ferment celles-ci en fonction des saisons, ils devront peut-être ajuster les dates pour certaines espèces.

Opportunités

- Espèces de poissons/de mollusques et de crustacés d'élevage : Au cours des prochaines décennies, la hausse de la température de la surface de la mer et l'accroissement de la productivité primaire mèneront à une augmentation de la production des organismes filtreurs, à un allongement des saisons de croissance, à une réduction du taux de mortalité en hiver, à une hausse des taux de croissance et de conversion alimentaire et à une expansion de la région géographique convenant à l'élevage.
- Pêches sauvages : À l'échelle du bassin, les zones où l'eau est plus froide (est du PNE, GSL, T.-N.-L.) en tireront sans doute des avantages, car la productivité de plusieurs espèces sera améliorée en raison de la plus longue durée de la saison de croissance, des températures plus proches des températures optimales pour la croissance, du taux de mortalité plus faible et de la hausse possible de la productivité primaire (p. ex., saumon, aiglefin, morue, hareng, maquereau, flétan adulte, crevette nordique, capelan et homard présent dans les habitats peu profonds).

Lacunes

- EFFETS SAISONNIERS : Pour de nombreuses espèces, le rythme de changement de la température annuelle se situe bien en deçà de leurs limites écophysiologiques. Toutefois, les cycles saisonniers de ces espèces changeront, en raison du printemps plus hâtif et de l'arrivée plus tardive de l'automne. Comme les gestionnaires des pêches ouvrent et ferment celles-ci en fonction des saisons, ils auront peut-être à ajuster les dates pour certaines espèces. Il n'existe aucune étude approfondie sur les liens qui existent, pour chaque espèce, entre le cycle saisonnier des températures et les cycles biologiques saisonniers (p. ex., frai, période de mue, migration).
- En ce qui concerne les pêches sauvages, il n'existe pratiquement aucune documentation sur l'impact de l'acidification. Le manque de connaissances explique pourquoi l'acidification n'est pas mentionnée comme facteur de risque pour les pêches sauvages. On pense toutefois qu'elle influence à tout le moins certaines populations de mollusques et de crustacés.
- Les effets potentiels de l'interaction des proliférations d'algues nuisibles/des changements climatiques sur les espèces non commerciales (p. ex., les mammifères marins) n'ont pas été étudiés.
- Notre compréhension de la capacité d'adaptation présente une lacune; les changements climatiques peuvent donner lieu à une sélection différentielle des génotypes sans qu'il y ait changement dans la répartition. Nous ignorons les conséquences de ce processus.
- Une lacune importante réside dans le manque d'information sur les changements climatiques pour évaluer les impacts sur les baies et les estuaires, et sur toute la région côtière (<50 m) en général.
- Les effets potentiels des changements climatiques sur les espèces diadromes n'ont pas été étudiés.
- Les impacts de la salinité sur l'aquaculture ne sont pas entièrement compris.
- Les impacts des changements climatiques sur tous les aspects de la biodiversité (l'écosystème, les habitats, la communauté, les espèces non commerciales, notamment les interactions) n'ont pas été étudiés de manière approfondie.

Annexe 4

Feuille de résumé des risques pour le risque 3 : Réorganisation et déplacement des espèces. Il faut noter qu'il y a un lien direct entre les principaux facteurs de risque (partie gauche du tableau) et les conséquences (partie droite).

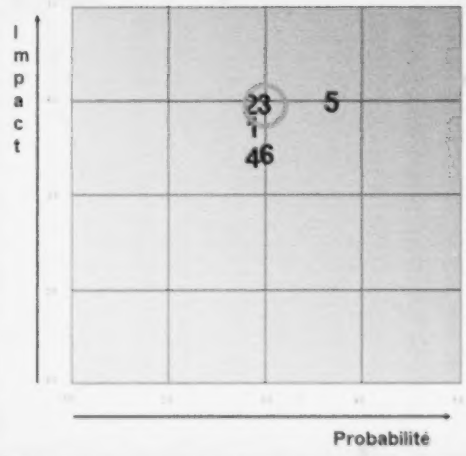
Grand bassin aquatique de l'Atlantique (Golfe, Maritimes, Terre-Neuve-et-Labrador, Québec)

Risque 3 : Réorganisation et déplacement des espèces

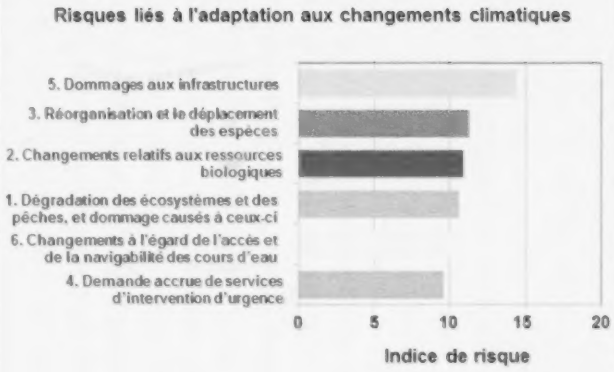
Énoncé du risque : *Les changements climatiques risquent d'avoir une incidence sur la capacité du MPO à préserver la diversité des espèces et à protéger les espèces en péril.*

Contexte : Les changements climatiques peuvent donner lieu à des modifications de l'emplacement et du type des espèces dans les divers habitats aquatiques canadiens. Ils peuvent avoir pour effet de limiter ou d'étendre l'aire de répartition de certaines espèces aquatiques et de faciliter l'introduction ou la propagation d'espèces envahissantes (la loi habilitante est la *Loi sur les espèces en péril*).

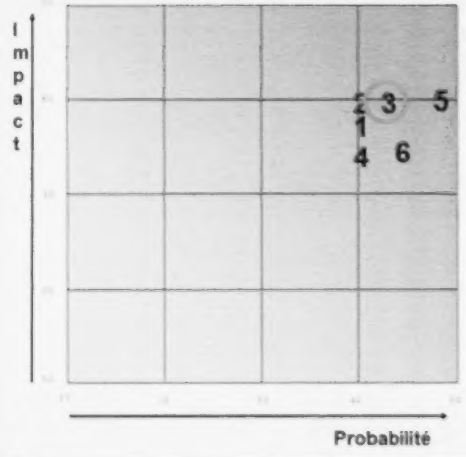
Position sur la carte des points chauds (période de 10 ans)



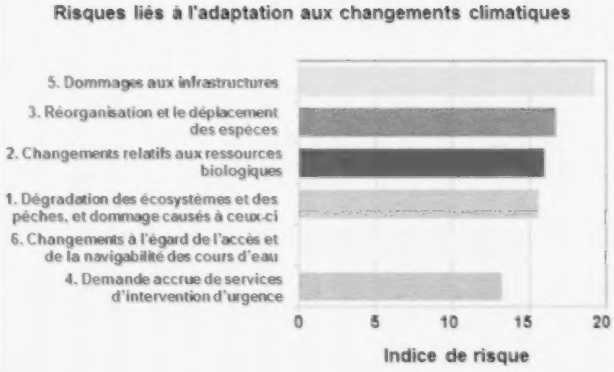
Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 10 ans)



Position sur la carte des points chauds (période de 50 ans)



Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 50 ans)



Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
A) Les hausses de température prévues auront des effets négatifs sur les espèces diadromes en voie de disparition (saumon de l'Atlantique (population de l'intérieur de la baie de Fundy) et corégone de l'Atlantique).	**A)** Le saumon de l'Atlantique pourrait disparaître des régions du sud.
B) La perte de glace aura des effets négatifs sur certaines espèces telles que le béluga, une espèce dépendante des couvertures de glace dont une population isolée géographiquement vit dans le golfe du Saint-Laurent.	**B)** – idem au facteur de risque
C) Les espèces rares ou disparues de la partie la plus au sud du bassin pourraient connaître un déclin en raison de l'augmentation de la température projetée, par exemple le sébaste acadien, la plie canadienne, la morue de l'Atlantique, le loup atlantique, le sébaste atlantique, le loup à tête large, le loup tacheté et la raie épineuse.	**C)** Les espèces résidentes en péril sont exposées à un plus grand risque à cause des changements climatiques dans l'ouest du plateau néo-écossais.
D) Les changements climatiques pourraient profiter aux espèces envahissantes, lesquelles ont un impact sur les espèces indigènes et rivalisent avec celles-ci.	**D)** La perte de glace de mer dans les régions arctique et sous-arctique permet une hausse du trafic maritime, qui entraîne à son tour une augmentation du nombre d'espèces non indigènes introduites dans la zone. Les changements intervenant dans les paramètres environnementaux (p. ex., température, salinité, oxygène dissous) ont tendance à introduire un stress physiologique dans les communautés et les espèces indigènes acclimatées – plus ce stress est important, plus les communautés natives sont vulnérables à l'introduction d'espèces non indigènes (potentiellement envahissantes). Les changements prévus dans les paramètres environnementaux (p. ex., augmentation des températures, diminution de la salinité) faciliteront sans doute l'élargissement de l'aire de répartition des espèces non indigènes et rendront plus viables la colonisation et la pérennité des populations.
E) Les changements climatiques exacerberont les effets des autres agents de stress (p. ex., la surpêche, la pollution ou la dégradation de l'habitat).	**E)** Ces agents ont tendance à affaiblir la résilience en réduisant la diversité (p. ex., la diversité intraspécifique, notamment la génétique, la structure par âge et la diversité au sein des sous-populations). Comme la diversité sous-entend une résilience, les zones et les populations soumises à des stress importants peuvent voir la résilience de leur écosystème compromise, et ainsi devenir plus vulnérables aux changements climatiques.
F) La variété de proies dont se nourrissent le rorqual bleu et la baleine noire est très limitée. Les hausses prévues de la température entraîneront une réduction de la taille des proies, une baisse de leur production et un changement dans leur répartition.	**F)** Le rorqual bleu et la baleine noire pourraient avoir à fournir un effort supplémentaire pour trouver de la nourriture avoir du mal à trouver suffisamment de nourriture, en particulier dans la partie sud du bassin, ce qui pourrait réduire la probabilité de leur rétablissement.

Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
G) La baisse des niveaux d'oxygène dissous aura des effets négatifs sur les espèces vivant en eaux profondes, surtout si les populations sont décimées (p. ex., sébaste atlantique et acadien, loup tacheté).	**G)** – idem au facteur de risque

Opportunités

- Une hausse de la température de l'eau entraînera un élargissement de la zone d'habitat de cinq espèces de poissons pélagiques et six espèces de poissons diadromes décimées (dont quelques espèces à risque) dont l'aire de répartition est restreinte en raison de leur tolérance à l'eau froide. Les espèces pélagiques visées sont le thon rouge de l'Atlantique, le pèlerin, le requin bleu, le requin-taupe commun et le grand requin blanc; les espèces diadromes concernées sont le gaspareau, l'anguille d'Amérique, l'alose savoureuse, le saumon de l'Atlantique, l'esturgeon noir et le bar rayé.

Lacunes

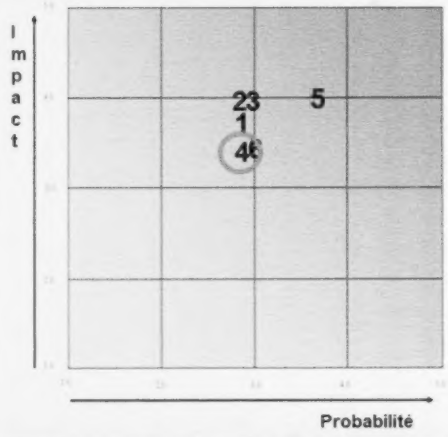
- Les impacts des changements climatiques sur les espèces d'eau douce et les espèces de mollusques en péril n'ont pas été étudiés de manière approfondie.
- Les impacts des changements climatiques sur tous les aspects de la biodiversité (l'écosystème, les habitats, la communauté, les espèces non commerciales, notamment les interactions) n'ont pas été étudiés de manière approfondie.

Annexe 5

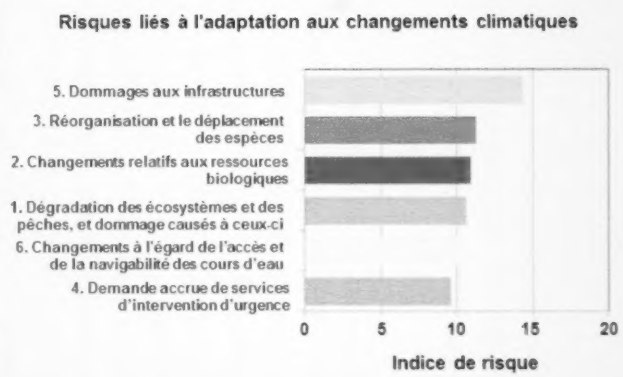
Feuille de résumé des risques pour le risque 4 : Demande accrue de services d'intervention d'urgence dans le GBA de l'Atlantique. Il faut noter qu'il y a un lien direct entre les principaux facteurs de risque (partie gauche du tableau) et les conséquences (partie droite).

Grand bassin aquatique de l'Atlantique (Golfe, Maritimes, Terre-Neuve-et-Labrador, Québec)
Risque 4 : Demande accrue de services d'intervention d'urgence
Énoncé du risque : Les changements climatiques risquent d'avoir une incidence sur la capacité du MPO à assurer des niveaux acceptables d'activités d'intervention environnementale et de recherche et sauvetage.
Contexte : La prépondérance de ce risque tient à la possibilité d'un nombre accru d'incidents maritimes attribuables à des facteurs des changements climatiques, de même qu'à la contrainte que ceux-ci imposeront à la capacité d'intervention du MPO.

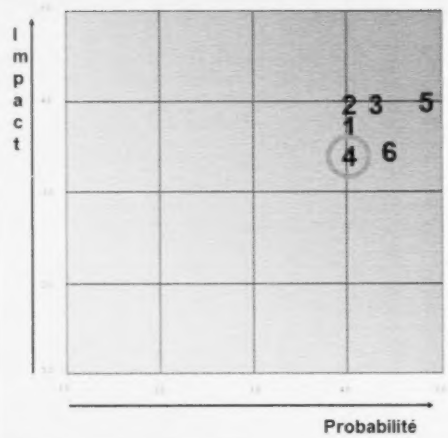
Position sur la carte des points chauds (période de 10 ans)



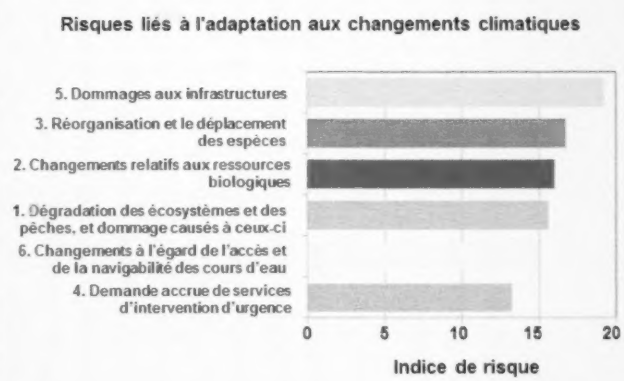
Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 10 ans)



Position sur la carte des points chauds (période de 50 ans)



Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 50 ans)



Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
A) La réduction et les déplacements prévus de la glace de mer entraîneront un élargissement de la portée et du volume des activités maritimes (p. ex., transport, pétrole et gaz, tourisme, exploitation minière, pêche). **B)** Les changements potentiels dans les vents et les tempêtes (trajectoires des tempêtes) se dirigeant vers le nord pourraient faire augmenter le nombre d'incidents maritimes dans le nord. **C)** La hausse prévue de l'activité des vagues dans les zones autrefois couvertes de glace pourrait entraîner une augmentation du nombre d'incidents maritimes.	**A) et B)** Ces changements se traduiront par une hausse de la demande de coordination des interventions environnementales et des services de recherche et sauvetage. Ils donneront lieu, pour le MPO, à un élargissement de la portée géographique des interventions environnementales et à une hausse du nombre d'aides à la navigation, de travaux d'entretien des chenaux et des contraintes correspondantes sur les ressources et le personnel. **A)** Dommages environnementaux découlant des incidents maritimes **A)** Le MPO n'aura pas la capacité d'atténuer adéquatement les incidents environnementaux. **B)** Pertes de vie associées aux incidents maritimes. **B)** Incapacité à maintenir les modèles d'évaluation des risques et d'intervention d'urgence aussi efficaces que possible (modèles utilisés pour déployer stratégiquement le personnel et l'équipement).

Opportunités

- Accroître/améliorer les communications avec les navigateurs pour leur expliquer qu'ils doivent emporter suffisamment de provisions de produits essentiels en raison des délais d'intervention potentiellement plus longs en cas d'urgence en mer.
- Accroître/améliorer les communications avec les navigateurs pour leur expliquer les changements anticipés dans le milieu marin.
- En collaboration avec le personnel d'intervention d'urgence local des petites communautés du nord, préparer un scénario dans lequel celles-ci auraient, dans une situation d'urgence, à héberger un grand nombre de personnes et à subvenir à leurs besoins en matière de produits de première nécessité.
- Expliquer efficacement aux collectivités côtières et aux autres secteurs et ministères les connaissances actuelles sur les changements climatiques (ou les études en cours).
- Nouvelles opportunités dans les zones autrefois recouvertes de glace.
- Travailler/collaborer avec d'autres organismes/universités dans le but d'améliorer la base de connaissances sur les changements climatiques.

Lacunes

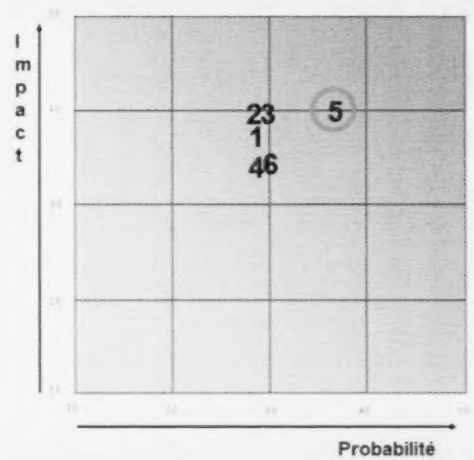
- Incertitude élevée à l'égard des prévisions climatiques dans le GBA de l'Atlantique.
- Incertitude élevée à l'égard des changements prévus dans les vents et les tempêtes dans le nord-ouest de l'océan Atlantique.
- Compréhension limitée des modifications possibles de la répartition et de la distribution des stocks de poissons : indicateurs/scénarios jouant un rôle dans la détermination des zones où l'exploitation et la vulnérabilité aux risques correspondante augmenteront, et déploiement connexe de ressources et de personnel.
- La plupart des eaux du nord ne sont pas cartographiées; les cartes existantes n'offrent que des données provenant de sondages de petites zones isolées, réalisés à travers la glace et qui ne donnent qu'une indication imprécise de la profondeur réelle de l'eau. Ces données peuvent induire en erreur si on ne tient pas compte de leur niveau de fiabilité.

Annexe 6

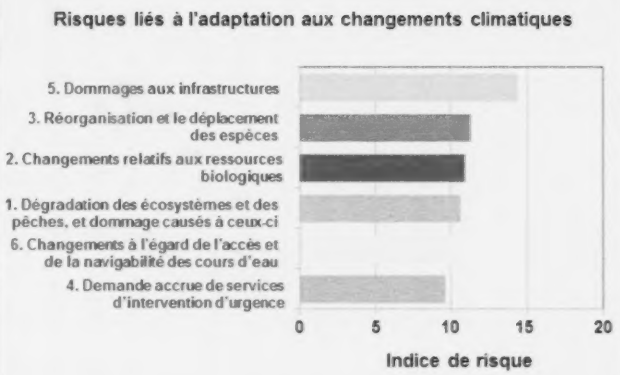
Feuille de résumé des risques pour le risque 5 : Dommages aux infrastructures dans le GBA de l'Atlantique. Il faut noter qu'il y a un lien direct entre les principaux facteurs de risque (partie gauche du tableau) et les conséquences (partie droite).

Grand bassin aquatique de l'Atlantique (Golfe, Maritimes, Terre-Neuve-et-Labrador, Québec)
Risque 5 : Dommages aux infrastructures
Énoncé du risque : Les changements climatiques risquent de causer des dommages aux navires, aux infrastructures côtières et aux ports pour petits bateaux du MPO qui, par conséquent, devront être modifiés.
Contexte : Le MPO doit maintenir une infrastructure importante pour mener ses activités opérationnelles et scientifiques en milieu marin et en milieu d'eau douce (l'infrastructure en place comprend des ports, des quais, des bases, des postes, des bouées, des cales, des bâtiments, des laboratoires, des phares, des aides à la navigation, des écloseries et des activités aquacoles du MPO)

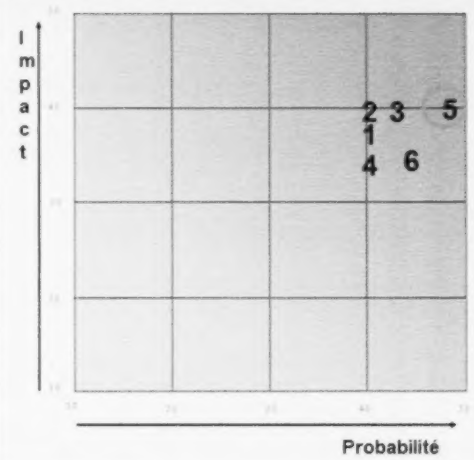
Position sur la carte des points chauds (période de 10 ans)



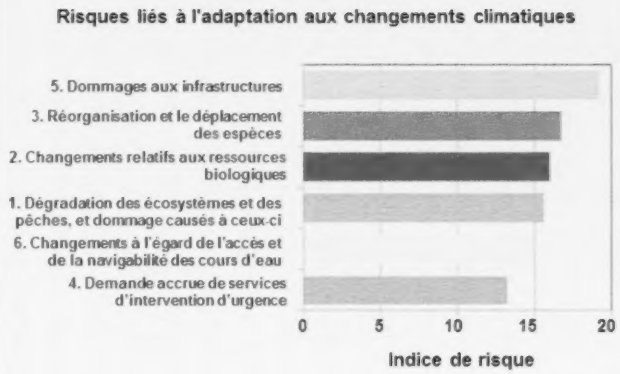
Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 10 ans)



Position sur la carte des points chauds (période de 50 ans)



Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 50 ans)



Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
A) L'élévation prévue des niveaux moyen et extrême de la mer, l'intensification projetée de l'activité des vagues et des changements potentiels dans les vents et les tempêtes menaceront la capacité nominale et la solidité structurale des biens (c.-à-d., l'infrastructure côtière).	**A)** La nécessité de mettre à jour l'infrastructure côtière n'en sera que renforcée.
B) Étant donné les hausses de température prévues et les tendances écosystémiques qui en découleront, il faudra peut-être adapter l'infrastructure portuaire à l'intensification de son utilisation ou à ses nouvelles utilisations.	**B)** Il faudra adapter l'infrastructure portuaire aux changements apportés à son utilisation.
C) La hausse prévue de l'érosion du littoral menacera l'infrastructure côtière et l'accès au rivage.	**C)** L'augmentation de l'érosion et du nombre d'inondations met en péril les structures portuaires et la sécurité des clients.
D) La réduction prévue de la glace de mer et les changements pouvant toucher les vents, les tempêtes et les vagues donneront lieu à des exigences opérationnelles accrues.	**D)** Augmentation des demandes d'opérations de navires (p. ex., demandes d'inspection et de redéploiement des balises de chenaux) et des contraintes correspondantes sur les ressources.
E) L'augmentation potentielle des événements de précipitations extrêmes et du ruissellement des rivières qui en découle pourrait avoir un impact sur l'infrastructure côtière.	**E)** L'augmentation de l'érosion et du nombre d'inondations met en péril l'infrastructure côtière.

Opportunités

- Préparer des fiches d'information régionales ou sur un endroit précis – destinées au public – résumant les tendances et les prévisions concernant la hausse du niveau de la mer, les ondes de tempête et les vagues, les précipitations, les débits et les niveaux des lacs et des rivières, ainsi que l'étendue et le déplacement des glaces. Distribuer ces fiches aux PPB pour que ceux-ci les communiquent aux navigateurs; participation de la communauté et planification concertée.
- Soutenir les efforts fédéraux et provinciaux déployés en vue de mettre à la disposition du public les indices de sensibilité des côtes.
- Possibilité d'accroître la collaboration avec d'autres organismes/universités.
- Diriger ou défendre ardemment la diffusion des recherches et des connaissances sur les autres modèles d'infrastructures portuaires adaptées au climat telles que les brise-lames, notamment la capacité de production des structures artificielles, et mettre à jour/rendre disponibles les pratiques exemplaires qui s'y rattachent.
- Expliquer efficacement aux collectivités côtières et aux autres secteurs et ministères les connaissances actuelles sur les changements climatiques (ou les études en cours).

Lacunes

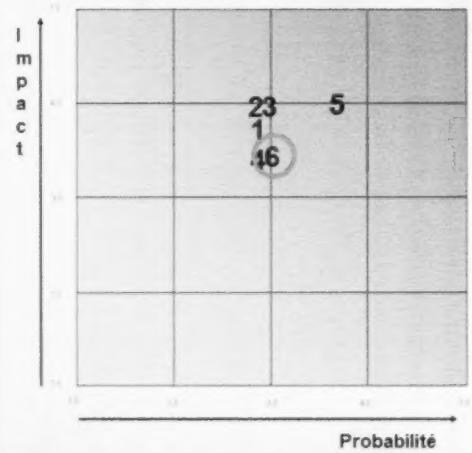
- Incertitude élevée à l'égard des prévisions climatiques dans le GBA de l'Atlantique.
- Connaissances insuffisantes des divers facteurs contribuant à la hausse du niveau moyen de la mer à l'échelle régionale et internationale.
- Manque de connaissances sur le niveau extrême de la mer (ondes de tempête, marées) et les périodes de récurrence dans les zones du GBA de l'Atlantique pour lesquelles il n'existe aucune donnée pour le long terme.
- Compréhension des modifications possibles de la répartition et de la distribution des stocks de poissons : indicateurs/scénarios des éléments susceptibles de déclencher de tels changements et du même coup maintiendraient les changements dans l'utilisation de l'infrastructure portuaire.

Annexe 7

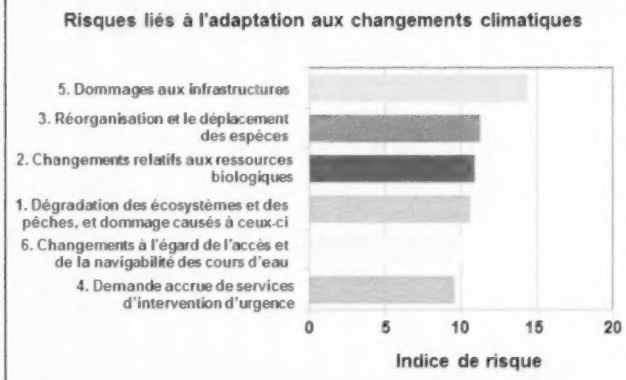
Feuille de résumé des risques pour le risque 6 : Changements à l'égard à l'accès et à la navigabilité des voies navigables. Il faut noter qu'il y a un lien direct entre les principaux facteurs de risque (partie gauche du tableau) et les conséquences (partie droite).

Grand bassin aquatique de l'Atlantique (Golfe, Maritimes, Terre-Neuve-et-Labrador, Québec)
Risque 6 : Changements à l'égard à l'accès et à la navigabilité des voies navigables
Énoncé du risque : Les changements climatiques risquent d'avoir une incidence sur la capacité du MPO à assurer la sécurité d'accès aux voies navigables.
Contexte : Ce risque concerne l'entrave à l'accès aux voies navigables résultant des changements touchant certains facteurs comme la sédimentation, les mauvaises conditions météorologiques, l'énergie des vagues, les icebergs et les eaux de glace.

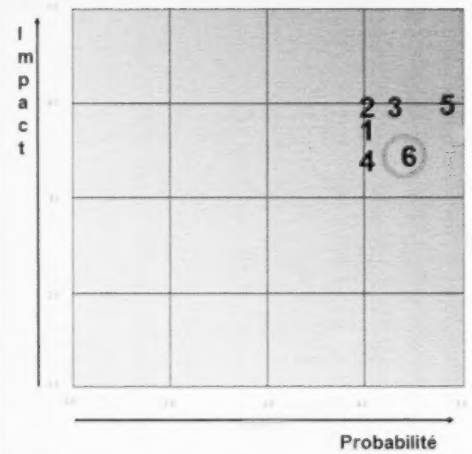
Position sur la carte des points chauds (période de 10 ans)



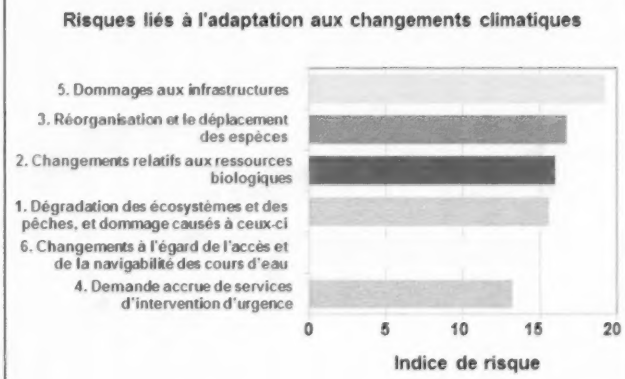
Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 10 ans)



Position sur la carte des points chauds (période de 50 ans)



Indice de risque (probabilité x incidence) (période de 50 ans)



Principaux facteurs de risque	Conséquences possibles : Menaces
A) Les changements prévus dans l'étendue et la durée de la glace de mer entraîneront un déplacement vers le nord des besoins en matière de navigation dans les glaces et de services d'information.	**Tous :** Pertes de vie et blessures associées à des incidents maritimes. **Tous :** Dommages environnementaux découlant des incidents maritimes.
B) Les changements prévus dans l'état de la glace de mer pourraient entraîner un réalignement des services de déglaçage en raison de l'augmentation des activités maritimes dans des zones où les déplacements étaient autrefois impossibles à cause des glaces.	**B) –E).** Nécessité d'augmenter et de réaffecter les ressources pour mettre à jour les emplacements géographiques existants et couvrir les nouveaux.
C) Les changements prévus dans l'étendue et la durée de la glace de mer rendront plus pressante la nécessité de créer/mettre à jour les cartes du SHC dans les zones où les déplacements étaient autrefois impossibles à cause des glaces.	
D) Les changements prévus dans le niveau moyen de la mer et les effets de l'érosion côtière rendront plus pressante la nécessité de mettre à jour les cartes du SHC et leur niveau de référence.	**D) et E)** Augmentation des besoins en matière d'aides à la navigation. **E)** Conséquences économiques majeures si la sédimentation entrave ou met en danger la navigation.
E) Les changements prévus dans les précipitations et le ruissellement correspondant des rivières, ainsi que l'augmentation possible de la fréquence des phénomènes extrêmes, pourraient accroître la nécessité de draguer les chenaux en raison de la sédimentation accrue.	

Opportunités

- Soutenir les efforts du SHC visant à établir des partenariats et à poursuivre l'exploration des nouvelles utilisations de la technologie actuelle ou l'élaboration de nouvelles technologies permettant de mener les sondages à travers la glace, à la fois sur place et à distance (p. ex., par satellite ou à l'aide du LIDAR pour la bathymétrie).
- Soutenir les efforts ministériels, interministériels et provinciaux visant à mettre à la disposition du public les indices de sensibilité des côtes : décrire la vulnérabilité aux risques d'érosion dans le contexte de divers scénarios.
- L'allongement de la saison des eaux libres pourrait permettre de mieux cartographier les fonds marins et de renforcer l'infrastructure et les ports situés à proximité des communautés.
- Expliquer efficacement aux collectivités côtières et aux autres secteurs et ministères les connaissances actuelles sur les changements climatiques (ou les études en cours).

Lacunes
▪ Incertitude élevée à l'égard des prévisions climatiques dans le GBA de l'Atlantique.
▪ La plupart des eaux du nord ne sont pas cartographiées; les cartes existantes n'offrent que des données provenant de sondages de petites zones isolées, réalisés à travers la glace et qui ne donnent qu'une indication imprécise de la profondeur réelle de l'eau. Ces données peuvent induire en erreur si on ne tient pas compte de leur niveau de fiabilité.
▪ Connaissances insuffisantes des divers facteurs contribuant à la hausse du niveau moyen de la mer à l'échelle régionale et internationale.
▪ Modélisation manquante du transport des sédiments aux endroits où les besoins en dragage sont déjà importants et augmentent de façon marquée.

Annexe 8

Critères de classement de l'impact et de la probabilité utilisés pour évaluer le risque que posent les changements climatiques pour le MPO.

Classement des impacts (gestion intégrée du risque du MPO)

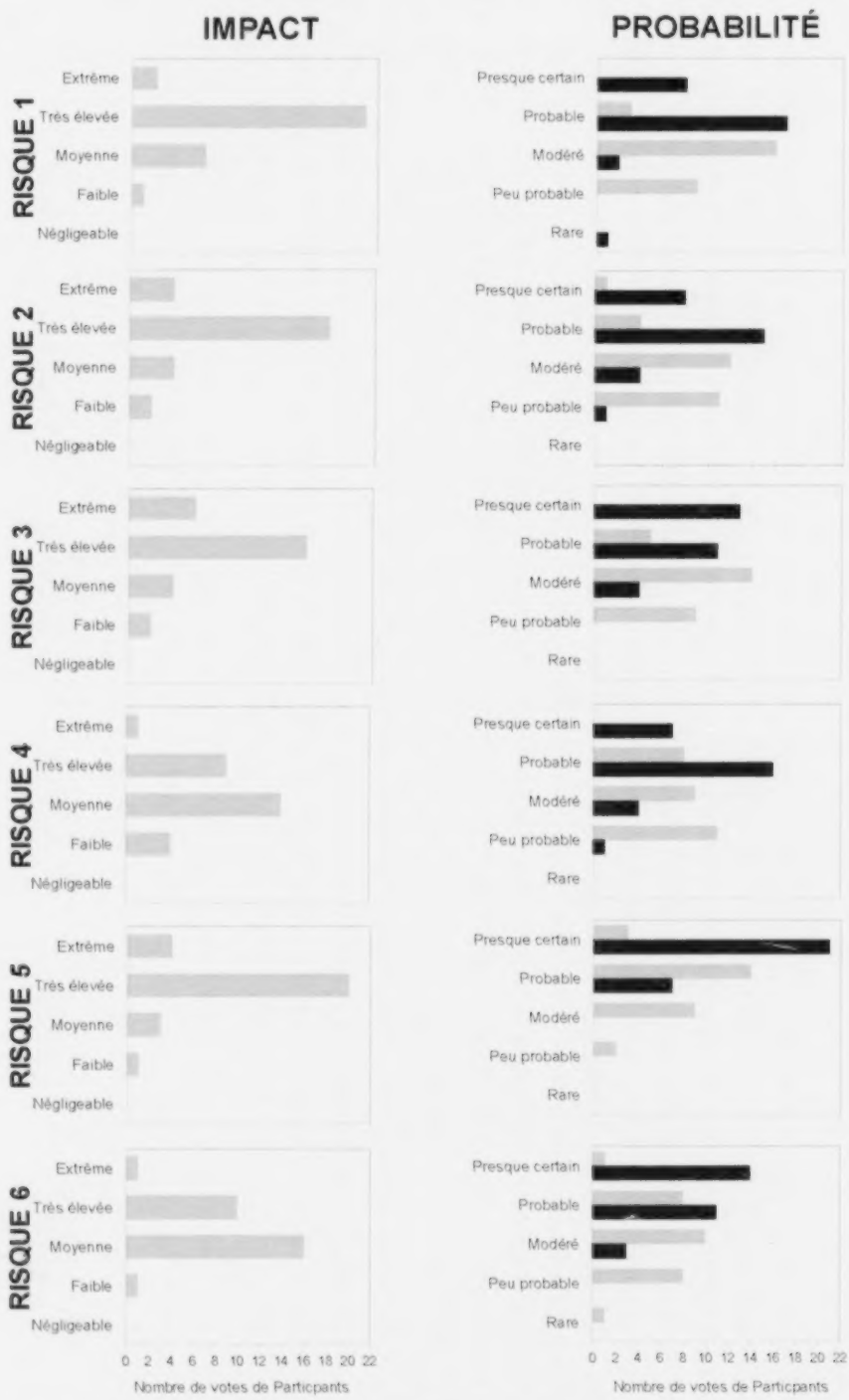
Impact	Définition de l'impact
Extrême	Événement majeur qui obligera le MPO à effectuer une réorientation à long terme et de grande envergure de ses activités, de ses objectifs ou de ses finances
Très élevé	Événement important qui peut être géré par le MPO, à condition que la gestion soit adéquate
Moyen	Événement important que le MPO peut gérer dans des circonstances normales
Faible	Événement dont l'organisme peut absorber les conséquences, mais qui l'oblige à mettre en œuvre des mesures de gestion pour en atténuer les incidences
Négligeable	Événement dont l'organisme peut absorber les conséquences dans le cadre de ses activités normales

Classement de la probabilité

Vote	Niveau de probabilité	Probabilité (%)
5	**Presque certain (ou très probable)**	Plus de 80 %
4	**Probable**	61-80 %
3	**Modéré (ou plutôt probable)**	41-60 %
2	**Improbable**	20-40 %
1	**Rare**	Moins de 20 %

Annexe 9

Résultats du classement de l'impact et de la probabilité effectué par les participants pendant la réunion en fonction des critères de l'annexe 8. Les barres grises indiquent la probabilité sur une période de 10 ans et les barres noires, la probabilité sur une période de 50 ans.



Le présent rapport est disponible auprès du :

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent, Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3793 (Imprimé)
ISSN 1919-3815 (En ligne)
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2013

An English version is available upon request at the above address.

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2013. Évaluation fondée sur les risques des impacts et des menaces que les changements climatiques présentent pour l'infrastructure et les systèmes biologiques qui relèvent du mandat de Pêches et Océans Canada – Grand bassin aquatique de l'Atlantique. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2012/044.